This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

3 3433 06906298 6

Digitized by Google

Digitized by Google

PWA
Digitized by Google
Mineralogisc

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

MINERALOGISCHE

UND

PETROGRAPHISCHE

MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON

G. TSCHERMAK.

(NEUE FOLGE.)

ACHTER BAND.

MIT 7 TAFELN, EINER KARTE UND 24 ABBILDUNGEN IM TEXTE.

WIEN 1887.

ALFRED HÖLDER,

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Digitized by Google

.25795.

Alle Rechte vorbehalten.

NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY

Digitized by Google

Inhalt.

1. und 2. Heft.

Seite

I. Analysen einiger Mineralien und Gesteine aus Belgien. Von C. Klement in Brüssel 1
II. Die vulcanischen Ereignisse des Jahres 1885. 21. Jahresbericht von C. W. C. Fuchs 28
III. Ueber einige trachytische Gesteine von der Insel San Pietro. Von Franz Eigel. (Mit einer Karte) 62
IV. Ueber einige Eruptivgesteine der pontinischen Inseln. Von Franz Eigel 73
V. Diabasporphyrit aus der Umgegend der Stadt Petrosawodsk im Olonetzer Gouvernement. Von Constantin von Vogdt. (Mit Tafel I) 101
VI. Die Auswurfsblöcke des Monte Somma. Von Bruno Mierisch aus Döbeln i. S. (Mit 15 Abbildungen im Texte) 113
VII. Notiz: Analyse des Berylls vom Ifinger. Von R. Přibram. -- Literatur 190

3. und 4. Heft.

VIII. Beitrag zur Petrographie des Hererolandes in Südwest-Afrika. Von Heinrich Wulf 193
IX. Aetzversuche am Pyrit. Von Friedrich Becke. (Mit Tafel II—IV und 4 Holzschnitten) 239
X. Ueber Chloritoidschiefer von Grossarl. Von A. Cathrein 331
XI. Notiz: Brookit vom Schwarzkopf, Fusch. Von Heinrich Wichmann 338
Literatur 340

Digitized by Google

5. Heft.

Seite

XII. Der Meteorit von Angra dos Reis. Von E. Ludwig und G. Tschermak 341

XIII. Beiträge zur Kenntnis der Nosean-führenden Auswürflinge des Laacher Sees. Von Lucius L. Hubbard aus Cambridge, Mass. (Mit Tafel V, VI, VII und 4 Abbildungen im Texte) 356

XIV. Beiträge zur Mineralogie Tirols. Von A. Cathrein 400

XV. Notiz: Zwillingsartige Verwachsung von Orthoklas. Von G. Tschermak. (Mit 1 Holzschnitt.) — Literatur 414

6. Heft.

XVI. Ueber die Natur der Glasbasis, sowie der Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma. Von A. Lagorio, Professor an der Universität Warschau 421

XVII. Literatur 530

Register 531

Digitized by Google

I. Analysen einiger Mineralien und Gesteine aus Belgien.

Von C. Klement in Brüssel.

Die Mineralien und Gesteine, deren Analysen im folgenden mitgetheilt werden, gehören zumeist jenen ältesten geologischen Schichten von Belgien an, die von Dumont[1]) als Terrain ardennais und Terrain rhenan bezeichnet werden. In jeder dieser beiden Formationen unterscheidet Dumont drei Unterabtheilungen, die er Systeme nennt, und die von oben nach unten gerechnet in nachstehender Aufeinanderfolge auftreten:

Terrain ardennais	Système	ahrien.
	„	coblentzien.
	„	gedinnien.
Terrain rhenan	„	salmien.
	„	revinien.
	„	devillien.

Das Terrain ardennais, gegenwärtig allgemein als dem Cambrium angehörig betrachtet, ist nur an vier Punkten in den Ardennen zugänglich, die von Dumont als die Massifs von Rocroi, Givonne, Stavelot und Serpont bezeichnet werden. Von dem Terrain rhenan wurde im Jahre 1860 von Gosselet ein Theil, und zwar der in Brabant und im Condroz auftretende, als dem Silur angehörig erkannt, während der übrige grössere Theil den untersten Schichten des Devons zuzurechnen ist.

[1]) Dumont, Mémoire sur les terrains ardennais et rhenan. (Mém. Acad. Belg. XX u. XXII.)

Digitized by Google

An den Gesteinen dieser verschiedenen Formationen sind häufig Erscheinungen von Metamorphismus in ganz ausgezeichneter Weise zu beobachten. Besonders ist dies der Fall in einer Zone, deren Axe, ungefähr von WSW. nach ONO. gerichtet, die Orte Rimogne, Monthermé, Paliseul, Bastogne und Longvilly berührt; Dumont bezeichnet dieselbe als „metamorphische Zone von Paliseul". Die an den betreffenden Gesteinen beobachteten Modificationen, hervorgebracht durch die Einwirkung von Agentien, über deren Natur die Ansichten noch vielfach getheilt sind, bestehen hauptsächlich darin, dass die ursprünglich sandigen, thonigen oder kalkigen Sedimente eine krystallinische Structur annahmen, und dass sich in denselben die als Resultat von Metamorphismus charakteristischen Mineralien, als Magnetit, Granat, Hornblende, Ottrelit, Ilmenit, Bastonit etc. bildeten.

Die zu den folgenden Analysen verwendeten Materialien sind grösstentheils von A. Renard gesammelt uud mir zur chemischen Untersuchung übergeben worden. Die betreffenden Gesteine und Mineralien sind zumeist, sowohl in geologischer als petrographischer Beziehung von dem genannten Forscher und Anderen eingehend beschrieben worden, auf deren Arbeiten im folgenden genauer verwiesen werden soll. In den weiter unten zu erwähnenden Abhandlungen Renard's sind diese Analysen zuerst veröffentlicht worden.

Phyllite aus dem Massif von Rocroi (I—VII).

An der Zusammensetzung dieses Massifs nehmen hauptsächlich Phyllite und Quarzite theil, deren Schichten sämmtlich gleichmässig nach Süden zu abfallen. Nach Gosselet[1]) kann man in demselben vier Zonen unterscheiden, die von N. nach S. in nachstehender Reihenfolge auftreten: 1. Violette Schiefer von Fumay, 2. Schwarze Schiefer von Revin, 3. Magnetitführende Schiefer von Deville und 4. Schwarze Schiefer von Bogny. Dumont hält die violetten Schiefer von Fumay den magnetithaltigen Schiefern von Deville für analog und reiht diese beiden seinem Devillien ein, während die schwarzen Schiefer von Revin und Bogny sein Revinien bilden; das Système salmien ist in dem Massif von Rocroi nicht vertreten. Gosselet hält diese Ansicht Dumont's, wonach die beiden Zonen von Fumay und Deville die

[1]) Vergl. unter Anderem den Bericht über die Excursion der französischen geologischen Gesellschaft in die Ardennen im Jahre 1883. (Bull. Soc. géol. France, 3. Serie, 11. Bd., pag. 636 u 664.)

Digitized by Google

höchsten Punkte eines wellenförmigen Schichtensystems bilden, in dessen Mulden sich die später gebildeten revinischen Schiefer abgesetzt hätten, nich für erwiesen, sondern glaubt, dass die Aufeinanderfolge der vier Zonen durch ihr relatives geologisches Alter bedingt sei. Nach seiner Ansicht ist es nicht sicher, ob diese Schichten nur eine seitliche Hebung oder aber eine vollständige Ueberstürzung erfahren hätten; im ersteren Falle wäre die Zone von Fumay, im letzteren die Zone von Bogny die älteste.

Die hierher gehörigen Phyllite bestehen entweder nur aus einer vollkommen homogenen, dichten, lamellösen Masse, in der sich mit blossem Auge keinerlei einzelne Bestandtheile erkennen lassen, oder sie enthalten in einer ebensolchen Grundmasse kleine Einsprenglinge verschiedener Mineralien, als Magnetit, Ottrelit, Ilmenit, Pyrit etc., die dem Gesteine eine ganz charakteristische Beschaffenheit ertheilen; Dumont hat nach dem Fehlen oder Vorhandensein solcher Einsprenglinge diese Schiefer als Phyllades simples, aimantifères, ottrélitifères, pyritifères etc. bezeichnet. Sie zeigen alle eine mehr oder weniger ausgesprochene schiefrige Textur; besonders ist dies der Fall bei den Phylliten der beiden Zonen von Fumay und Deville, die bei relativ bedeutender Härte und Festigkeit eine ausgezeichnete parallel- und ebenblättrige Schieferstructur besitzen und daher als Dachschiefer eine ausgebreitete Verwendung finden. Nach Renard[1]) bestehen sie hauptsächlich aus Sericit, Chlorit und Quarz, denen sich in zweiter Linie noch geringere Mengen von Magnetit, Eisenglanz, Ottrelit, Ilmenit, Pyrit, Magnetkies, Granat, Rutil, Turmalin, Sillimanit (?), Zircon, Calcit und kohlenartige Substanzen anschliessen; ausserdem enthalten fast Alle Spuren von Phosphor- und Schwefelsäure. Vor dem Löthrohre sind sie in dünnen Splittern mehr oder weniger leicht schmelzbar; von concentrirter Salz- oder Schwefelsäure werden sie in der Hitze unter Entfärbung theilweise zersetzt.

I. Magnetitführender Phyllit von Rimogne. Dieser Schiefer gehört dem Devillien Dumont's oder der Zone von Deville Gosselet's an, wo er in mächtigen Schichten mit Quarzit und mit Schiefer ohne Magnetit abwechselnd auftritt. Dieser Phyllit, der

[1]) Renard, Recherches sur la composition et la structure des phyllades ardennais. (Bull. Musée Royal Hist. Nat. Belg. I, II, III. 1882—1884.)

Digitized by Google

kürzlich auch von Geinitz[1]) beschrieben wurde, besitzt eine grünlich- oder bläulichgraue Farbe, seidenartigen Glanz und eine vollkommene schiefrige Structur. Die Oberfläche der harten, elastischen, flachen oder nur wenig wellenförmig gekrümmten, kantendurchscheinenden Schieferblättchen ist fein gefältelt und mit zahlreichen elliptischen schwarzen Knötchen von etwa 2—3 Millimeter Länge und 0·5 Millimeter Breite besetzt, die meist ihrer Längsrichtung nach in parallelen Reihen angeordnet sind und eine gewisse Rauhigkeit des Gesteins bedingen. Mit Hilfe der Loupe erkennt man, dass diese Knötchen hauptsächlich von octaëdrischen Magnetitkrystallen von etwa 0·5 Millimeter Durchmesser gebildet werden, die auf den Schieferungsflächen, da sie hier noch von einer zarten Hülle bedeckt sind, matt, auf dem Querbruche dagegen, wo sie frei liegen, lebhaft glänzend erscheinen. An diese Magnetitkörnchen, die das Centrum der Knoten bilden, und an deren Stelle in gewissen Partien des Gesteins kleine Krystalle von Pyrit treten, reihen sich nach beiden Seiten der Länge nach je eine Zone von körnigem Quarz und von einem grünen schuppigen Mineral, Chlorit nach Cohen[2]) und Renard, das allmälig in die Gesteinsgrundmasse übergeht, während die Längsseiten der Knoten scharf davon abgegrenzt erscheinen. Ausser Sericit, Quarz und Magnetit enthält dieser Schiefer nach Renard noch constant Rutil, Turmalin, Zirkon und Sillimanit (?); als mehr zufällige Bestandtheile finden sich Calcit, Limonit, Eisenglanz und Kohle. Das analysirte Gesteinsfragment stammt aus dem Schieferbruche Pierka in Rimogne.

1·1891 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, nach der Sipöcz'schen Methode, mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0385 Gramm Wasser, 0·6989 Gramm Kieselerde, 0·0272 Gramm Titansäureanhydrid, 0·2321 Gramm Aluminiumoxyd, 0·1127 Gramm Eisenoxyd, 0·0025 Gramm Kalk und 0·0730 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

1·1530 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 7·5 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter derselben entsprach 0·00625 Gramm Eisenoxydul.

---

[1]) Geinitz, Der Phyllit von Rimogne in den Ardennen. (Tschermak's Min. Mitth. 1880, pag. 533.)

[2]) Neues Jahrb. f. Min. 1882, II, pag. 67.

Digitized by Google

1·1248 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0817 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·1801 Gramm Kaliumplatinchlorid.

1·60 Gramm Substanz unter Wasser mit einem starken Magnetstabe behandelt gaben 0·072 Gramm Magnetit.

II. Blaugrauer Phyllit von Rimogne. Wie bereits im Vorhergehenden erwähnt wurde, wechselt in der Zone von Deville der magnetithaltige Phyllit mit Schichten eines magnetitfreien Schiefers, welch' letzterer besonders in der Umgebung von Rimogne eine bedeutende Mächtigkeit erreicht und wie jener als Dachschiefer Verwendung findet. Er besitzt ungefähr dieselben physikalischen Eigenschaften, wie der vorhergehend beschriebene, nur dass seine Oberfläche in Folge des Fehlens der Magnetitknötchen vollkommen glatt und mild erscheint; seine Farbe ist gewöhnlich etwas dunkler als die des ersteren. Auch in seiner mineralogischen Zusammensetzung stimmt er nach Renard mit jenem vollkommen überein, abgesehen von dem Fehlen des Magnetits, an dessen Stelle hier längliche Blättchen eines meist opaken, seltener an der Peripherie mit bräunlicher Farbe durchscheinenden Minerals in reihenförmiger und paralleler Anordnung treten, die von Renard als Eisenglanz oder Titaneisen gedeutet werden; dieselben sind indessen nur bei der mikroskopischen Beobachtung sichtbar. Das zur Analyse verwendete Material stammt aus dem Schieferbruche La Richolle in Rimogne.

1·0840 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, nach Sipöcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0381 Gramm Wasser, 0·6659 Gramm Kieselerde, 0·0079 Gramm Titansäureanhydrid, 0·2070 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0896 Gramm Eisenoxyd, 0·0033 Gramm Kalk und 0·0688 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

0·7402 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenem Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 3·7 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00625 Gramm Eisenoxydul.

0·7775 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0520 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·1300 Gramm Kaliumplatinchlorid.

Digitized by Google

III. Violetter Phyllit von Fumay. Derselbe bildet mächtige Schichten in der Zone von Fumay, wo er als Dachschiefer eine sehr ausgedehnte Verwendung findet. Er ist wie die beiden vorhergehend beschriebenen Schiefer in sehr dünne, flache, elastische und kantendurchscheinende Blättchen spaltbar, die einen seidenartigen Glanz und eine relativ bedeutende Härte und Cohärenz besitzen. Von dem magnetithaltigen Phyllit von Rimogne unterscheidet er sich hauptsächlich durch seine charakteristische violette Färbung, sowie durch die vollkommen glatte und milde Beschaffenheit seiner Oberfläche: er besteht in der That nur aus einer durchaus homogenen, von mit blossem Auge wahrnehmbaren Einsprenglingen vollkommen freien Masse, stimmt also in dieser Beziehung mit dem magnetitfreien Phyllit von Rimogne überein, von dem er äusserlich nur durch seine Farbe unterschieden ist. Unter dem Mikroskop erkennt man nach Renard, dass er hauptsächlich aus Quarz, Sericit, Chlorit und Eisenglanz besteht, an die sich als secundäre Bestandtheile noch Rutil, Turmalin, Zircon, Apatit und besonders Calcit[1]) anschliessen. Von diesen Mineralien ist vor allem der Eisenglanz, dem das Gestein seine Färbung verdankt, als besonders charakteristischer Bestandtheil hervorzuheben. Derselbe vertritt hier die Stelle des Magneteisens in den Schiefern von Deville und entspricht, wie die chemische Analyse zeigt, auch seiner Menge nach ungefähr dem Magnetit dieses letzteren. Schon Dumont erkannte diese Analogie und suchte die Verschiedenheit in den Oxydationsstufen des Eisens durch die Wirkung des Metamorphismus zu erklären; er vereinigte denn auch diese beiden Phyllite in seinem Devillien.

Das specifische Gewicht des Gesteins wurde bei Anwendung von 3·3458 Gramm = 2·854 gefunden.

1·0071 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, nach der Methode von Sipöcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0327 Gramm Wasser, 0·6201 Gramm Kieselerde, 0·0132 Gramm Titansäureanhydrid, 0·1935 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0802 Gramm Eisenoxyd, 0·0022 Gramm Kalk und 0·0558 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

---

[1]) Die Untersuchung des in Rede stehenden Gesteins ergab nur Spuren von Kohlensäure; dagegen fand ich in einem derselben Zone angehörigen grünen Phyllit von Haybes für 2·390 Gramm Substanz 0·0457 Gramm oder 10 Procent Kohlensäure, 4·34 Procent Calciumcarbonat entsprechend.

Digitized by Google

0·8800 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 1·7 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter entsprach 0·00625 Gramm Eisenoxydul.

1·0223 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0762 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·1910 Gramm Kaliumplatinchlorid.

IV. Grüner Phyllit von Fumay. In dem vorhergehend beschriebenen violetten Schiefer der Zone von Fumay treten häufig in untergeordneter Weise Lagen eines matt graugrün gefärbten Schiefers auf, der, abgesehen von seiner Farbe, in seinen übrigen Eigenschaften mit dem ersteren vollständig übereinstimmt; höchstens unterscheidet er sich durch eine etwas bedeutendere Härte, die durch den höheren Quarzgehalt ihre Erklärung findet. Der Unterschied in der Färbung ist durch das Zurücktreten oder Fehlen des Eisenglanzes bedingt, dem der violette Schiefer seine Farbe verdankt; in seiner sonstigen Zusammensetzung zeigt er nach Renard eine vollkommene Uebereinstimmung mit diesem letzteren.

Das specifische Gewicht wurde bei Anwendung von 1·9020 Gramm Substanz = 2·775 gefunden.

1·0459 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, nach Sipöcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0332 Gramm Wasser, 0·6864 Gramm Kieselerde, 0·0098 Gramm Titansäureanhydrid, 0·2113 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0383 Gramm Eisenoxyd, 0·0020 Gramm Kalk und 0·0446 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

0·8815 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 1·2 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00625 Gramm Eisenoxydul.

1·1295 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0832 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·2218 Gramm Kaliumplatinchlorid.

V. Graugrüner Phyllit von Haybes. Derselbe gehört, wie die beiden vorhergehenden, ebenfalls der Zone von Fumay an; er tritt, den violetten Schiefern untergeordnet, besonders in der Nähe des Dorfes Haybes auf. In seinen äusseren Eigenschaften gleicht derselbe sehr dem grünen Phyllit von Fumay; wie dieser besteht er ebenfalls aus einer durchaus homogenen Masse von blassgraugrüner

Digitized by Google

Farbe; seine Schieferblätter sind indessen in der Regel zwar flacher, aber weder so hart und elastisch, noch so glänzend als bei jenem, mitunter ist auch die Schieferstructur eine weniger deutliche. Nach Renard besteht er aus Quarz, Sericit, Chlorit, Rutil, Turmalin, Pyrit und Limonit. In diesem Gesteine wurden von Jeannel die bekannten Fossilien (besonders Oldhamia radiata) entdeckt, auf Grund deren das Massif von Rocroi als dem Cambrium angehörig erkannt wurde.

1·0452 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, nach Sipöcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0470 Gramm Wasser, 0·5574 Gramm Kieselerde, 0·0140 Gramm Titansäureanhydrid, 0·2538 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0903 Gramm Eisenoxyd, 0·0041 Gramm Kalk und 0·0760 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

1·0877 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 9·4 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00625 Gramm Eisenoxydul.

1·2700 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0860 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·2233 Gramm Kaliumplatinchlorid.

VI. Ottrelitführender Phyllit von Monthermé. Während die bisher beschriebenen Schiefer aus dem Devillien Dumont's stammen, gehört dieser, sowie der folgende, dessen Revinien an, und zwar bilden dieselben einige untergeordnete Schichten in der untersten Abtheilung desselben im südlichen Theile der Zone von Revin. Die Schiefer dieses Systems besitzen im allgemeinen weder jene ausgezeichnet schiefrige Structur, noch jene Homogenität und Härte, welche die devillischen Phyllite auszeichnet und finden daher als Dachschiefer nur eine ziemlich beschränkte Verwendung. Der ottrelitführende Phyllit findet sich, aber immer nur in geringerer Mächtigkeit, an verschiedenen Orten, unter anderen auch nordöstlich von Monthermé in dem Berge l'Enveloppe, woher auch die analysirte Probe stammt. Derselbe besitzt eine bläulichschwarze Farbe, ziemlich bedeutende Härte, aber eine weniger deutliche Schieferstructur, als die ihn begleitenden schwarzen revinischen Schiefer ohne Ottrelit; wie diese letzteren hat er in Bezug auf Farbe und Glanz ein etwas kohlenartiges Aussehen. Seine Schieferblätter sind durchaus unregelmässig; an ihrer Oberfläche bemerkt man zahlreiche kleine schwarze, lebhaft glänzende Ottrelitschüppchen ohne regelmässige Begrenzung

Digitized by Google

von höchstens 0·5 Millimeter Durchmesser, die durchaus regellos in dem Gesteine vertheilt sind. Nach Renard besteht dasselbe aus Quarz, Ottrelit, Sericit, Rutil, Turmalin, Ilmenit, Apatit, Granat, Limonit und kohlenartigen Substanzen.

1·1921 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, nach Sipöcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0467 Gramm Wasser, 0·6191 Gramm Kieselerde, 0·0109 Gramm Titansäureanhydrid, 0·3272 Gramm Aluminiumoxyd, 0·1312 Gramm Eisenoxyd, 0·0073 Gramm Manganoxyduloxyd, 0·0021 Gramm Kalk und 0·0398 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

1·0493 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 13·6 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00625 Gramm Eisenoxydul.

0·9662 Gramm Substanz gaben 0·0480 Gramm Glühverlust [1]; hierauf mit Flusssäure aufgeschlossen lieferten sie 0·0387 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·0795 Gramm Kaliumplatinchlorid.

VII. Ilmenitführender Phyllit von den Forges de la Commune. Derselbe findet sich in untergeordneten Lagen den schwarzen revinischen Schiefern regelmässig eingeschaltet an einigen Punkten in der Umgebung von Laifour, besonders in einem kleinen Querthale am rechten Ufer der Maas in der Nähe der Forges de la Commune, wo er mit einem Diorit in Contact auftritt. Er ist bläulichgrau, wenig glänzend und besitzt meist eine nur sehr unvollkommene Schieferstructur. Die durchaus unregelmässigen, ziemlich dicken Spaltungsstücke enthalten ohne besondere gesetzmässige Anordnung mehr oder weniger zahlreiche, kleine, schwarze, lebhaft glänzende Schüppchen, die in ihrem äusseren Aussehen den kleinen Ottrelitblättchen des vorhergehend beschriebenen Schiefers täuschend ähnlich sehen, durch eine folgende Analyse (VIII) aber als Titaneisen bestimmt wurden. Unter dem Mikroskope beobachtet man nach Renard Sericit, Quarz, Chlorit, Ilmenit, Rutil, Granat und Biotit; accessorisch findet sich Eisen- und Magnetkies.

Das specifische Gewicht des Gesteins wurde bei Anwendung von 3·2408 Gramm Substanz = 2·874 gefunden.

---

[1]) Die Differenz zwischen dem Glühverlust und dem direct bestimmten Wassergehalt wurde als Kohle in Rechnung gebracht.

Digitized by Google

1·0374 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, nach Sipöcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0512 Gramm Wasser, 0·4731 Gramm Kieselerde, 0·0093 Gramm Titansäureanhydrid, 0·3314 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0726 Gramm Eisenoxyd, 0·0092 Gramm Manganoxyduloxyd, 0·0040 Gramm Kalk und 0·0519 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

1·2265 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 8·2 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00625 Gramm Eisenoxydul.

1·0587 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·1055 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·2630 Gramm Kaliumplatinchlorid.

1·2093 Gramm Substanz, mit kohlensaurem Natron-Kali unter Zusatz von etwas Salpeter aufgeschlossen, gaben 0·0080 Gramm schwefelsaures Baryum.

Aus den mitgetheilten analytischen Daten lässt sich für die untersuchten Phyllite folgende procentische Zusammensetzung berechnen:

	I	II	III	IV	V	VI	VII
SiO_2	58·78	61·43	61·57	65·63	53·33	51·93	45·60
TiO_2 [1]	2·28	0·73	1·31	0·94	1·34	0·92	0·90
Al_2O_3	19·52	19·10	19·22	20·20	24·30	27·45	31·95
Fe_2O_3	1·87	4·81	6·63	2·72	2·64	2·01	2·36
Fe_3O_4	4·50	—	—	—	—	—	—
FeO	2·67	3·12	1·20	0·85	5·40	8·10	4·18
MnO	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	0·57	0·83
CaO	0·21	0·31	0·22	0·19	0·39	0·18	0·39
MgO	2·21	2·29	2·00	1·54	2·62	1·20	1·80
K_2O	3·11	3·24	3·63	3·81	3·41	1·60	4·82
Na_2O	1·24	0·83	0·93	0·71	0·73	0·79	1·25
H_2O	3·24	3·52	3·25	3·17	4·50	3·92	4·94
C	—	—	—	—	—	1·05	—
	99·63	99·38	99·96	99·76	98·66	99·72	99·02 [2].

[1]) Als Titansäure wurde der Rückstand in Rechnung gebracht, der nach dem Abdampfen der Kieselsäure mit Flusssäure verblieb, und der jedesmal deutliche Titanreaction zeigte; die angeführten Ziffern haben daher eine nur sehr annähernde Richtigkeit.

[2]) Dieser Phyllit enthält ausserdem noch 0·10 Procent Schwefel.

Digitized by Google

Auf Grund dieser Zahlen wurde versucht, die mineralogische Zusammensetzung der analysirten Gesteine nach den Ergebnissen der mikroskopischen Untersuchung zu berechnen. Wie erwähnt, nehmen an der Zusammensetzung dieser Phyllite ausser Quarz hauptsächlich nur Sericit und Chlorit Antheil, zwei Silicate, die neben Kieselsäure und Thonerde entweder vorzugsweise nur Alkalien (Sericit), oder nur Eisenoxydul und Magnesia (Chlorit) enthalten. Die Rechnung wurde nun in der Weise durchgeführt, dass aus dem gefundenen Kali und Natron unter Zugrundelegung der Tschermak'schen Muscovitformel ($H_4 K_2 Al_6 Si_6 O_{24}$) die Menge des Sericits und aus dem vorhandenen Eisenoxydul und Magnesiumoxyd nach der Formel $H_8 Mg_5 Al_2 Si_3 O_{18}$, als Verbindung mit je einer Molekel der beiden Silicate $H_4 Mg_3 Si_2 O_9$ und $H_4 Mg_2 Al_2 Si O_9$, die Menge des Chlorits berechnet wurde. Von der Gesammtmenge der gefundenen Kieselsäure wurden die für die beiden genannten Mineralien erforderlichen Quantitäten dieser Substanz abgezogen und der alsdann verbleibende Rest als Quarz in Rechnung gebracht. Die nachfolgende Zusammenstellung gibt die Resultate dieser Berechnungen mit Ausnahme der Analyse VI, wo die gleichzeitige Anwesenheit von Chlorit und Ottrelit die Rechnung nicht gestattet.

	I	II	III	IV	V	VII
Sericit . .	41·71	37·75	42·30	41·11	37·97	56·36
Chlorit . .	11·43	12·55	7·93	5·95	17·99	13·30
Quarz . .	36·35	40·58	39·87	45·11	30·97	16·17

Es ist klar, dass den Zahlen dieser Tabelle keine absolute, sondern nur eine sehr annähernde Richtigkeit zukommt, da einerseits die der Rechnung zu Grunde liegenden Annahmen nicht immer eine strenge Giltigkeit beanspruchen können, und andererseits die untersuchten Phyllite ausser den unter dem Mikroskope deutlich erkennbaren Mineralien gewöhnlich noch eine grössere oder geringere Menge einer unauflöslichen Gesteinsmasse ohne deutlich krystallinischen Charakter enthalten, über deren Natur wir natürlich vollständig im Umklaren sind. Es ergibt in der That die obige Rechnung für einige der analysirten Schiefer einen ziemlich bedeutenden Ueberschuss an Thonerde, zu dessen Erklärung die mikroskopische Untersuchung keinen Anhalt bietet, wie dies besonders bei den Analysen V und VII der Fall ist, wo dieser Ueberschuss gegen 7 Procent beträgt; es ist eben sehr wahrscheinlich, dass in der erwähnten unauflöslichen

Digitized by Google

Gesteinsmasse noch verschiedene andere Elemente, etwa thonige Zersetzungsproducte, enthalten sind. Bezüglich der Giltigkeit der gemachten Voraussetzungen ist zu bemerken, dass nach den Analysen von Laspeyres der Sericit ausser den Alkalien noch geringe Mengen von Eisenoxydul und Magnesia enthält, und dass für den Chlorit das Verhältnis der beiden constituirenden Silicate durchaus nicht immer constant 1 : 1 ist, wie oben vorausgesetzt wurde.

Was endlich die übrigen in geringerer Menge vorhandenen Bestandtheile der analysirten Phyllite anbelangt, so ist zu erwähnen, dass der Gehalt der Titansäure durch die Gegenwart von Rutil oder Ilmenit, das gefundene Eisenoxyd hauptsächlich durch die Anwesenheit von Eisenglanz oder Limonit seine Erklärung findet. Der geringe Gehalt an Kalk endlich ist durch das Auftreten von Calcit und Apatit bedingt.

Ilmenit aus den Phylliten des Massifs von Rocroi (VIII).

Wie bereits erwähnt, ist der zuletzt beschriebene Phyllit durch das Vorhandensein von kleinen schwarzen, lebhaft glänzenden Schüppchen charakterisirt, über deren Natur man bisher nicht im Klaren war. Dumont scheint dieselben, da er ihrer nirgends speciell Erwähnung thut, für Ottrelit gehalten zu haben, von dem sie auch mit den diesem Forscher zu Gebote stehenden Hilfsmitteln kaum zu unterscheiden sind; höchstens sind sie etwas weniger hart als dieser. Auf Grund mikroskopischer Untersuchungen machten zuerst Renard [1]) und de la Vallée auf die Verschiedenheit dieser Blättchen vom Ottrelit aufmerksam; Renard [2]) deutete sie zunächst als Graphit, später als titanhaltigen Eisenglanz; erst die folgende chemische Analyse erlaubte mit Sicherheit sie als Titaneisen zu bestimmen. Das in Rede stehende Mineral findet sich in einigen revinischen Phylliten in der Umgebung von Laifour; in besonderer Menge und vollkommener Ausbildung aber kommt es in dem Gestein aus dem Hohlwege la Pilette vor, aus dem das zur Untersuchung verwendete

[1]) Renard et de la Vallée-Poussin, Note sur l'ottrélite. (Ann. Soc. géol. Belg. t. VI, 1879, pag. 64.)

[2]) Renard, Les roches grenatifères at amphiboliques de la région de Bastogne. (Bull. Musée Royal Hist. Nat. Belg. t. I. 1882, pag. 17.) Idem: Sur les interpositions microscopiques de sagenite dans l'oligiste titanifère des phyllades. (Bull. Acad. Belg. 3. série, t. VIII, 1884.)

Digitized by Google

Material stammt. Die kleinen rundlichen Blättchen, die keine regelmässig begrenzten Umrisse besitzen, haben etwa 1 Millimeter im Durchmesser; sie sind schwarz mit schwarzbraunem Strich, lebhaft metallisch glänzend und undurchsichtig; nur in den allerdünnsten mikroskopischen Schliffen sind sie mit bräunlicher Farbe durchscheinend. Nach Renard enthalten sie zahlreiche Einschlüsse von Rutil in feinen Nädelchen, die sich unter constanten Winkeln von 60° kreuzen. Von concentrirter Salz- uud Schwefelsäure werden sie in der Hitze, wenn auch langsam, zersetzt.

In Folge der Kleinheit dieser Schüppchen war es nicht möglich das zu der Analyse nöthige Material mit der Lupe aus dem gepulverten Gesteine auszusuchen, vielmehr wurde zu diesem Behufe in folgender Weise verfahren: Mehrere hundert Gramm des Gesteins wurden ziemlich fein zerrieben und, nachdem zuerst durch ein feines Sieb der gebildete Staub entfernt worden war, in einem Becherglase wiederholt mit Wasser decantirt. Das so erhaltene feinkörnige Pulver wurde hierauf getrocknet und in einem Scheidetrichter mit einer concentrirten Lösung von borwolframsaurem Cadmium geschüttelt; aus dieser Flüssigkeit setzten sich nun bald die schweren Flitterchen des in Rede stehenden Minerals zu Boden und konnten für sich gesammelt werden. Eine Untersuchung derselben unter dem Mikroskope aber zeigte, dass ihnen noch zahlreiche Bruchstücke des Gesteins, besonders glimmerartige Partikel, anhafteten. Um diese letzteren zu entfernen, wurde das erhaltene Product zunächst im Achatmörser gelinde verrieben und hierauf abermals mit der Trennungsflüssigkeit behandelt und dieses Verfahren endlich noch ein drittes Mal wiederholt. Trotzdem war es nicht möglich, alle fremden Substanzen vollständig zu eliminiren; doch war die Menge derselben nach dieser Behandlung so verschwindend klein, dass ein störender Einfluss auf das Resultat der chemischen Untersuchung nicht mehr zu besorgen war.

Bezüglich der für die quantitative Analyse befolgten Methode ist folgendes zu bemerken: Das fein gepulverte Mineral wurde durch Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Kalium aufgeschlossen, die Schmelze mit kaltem Wasser behandelt und aus der so erhaltenen Lösung, nach Abscheidung einer geringen Menge von ungelöster Kieselerde, die Titansäure, das Eisen, die Thonerde und ein Theil des Mangans durch Ammoniak gefällt. Der erhaltene Niederschlag wurde in Salzsäure wieder aufgelöst und hierauf durch Hinzufügen

Digitized by Google

von Weinsäure, Ammoniak und Schwefelammonium die Trennung der Titansäure vom Eisen und Mangan bewirkt. Nach Auflösung des Eisen- und Mangansulfids durch Salzsäure wurde das Eisen durch bernsteinsaures Natrium und hierauf das Mangan durch Schwefelammonium niedergeschlagen, nachdem vor dieser letzten Fällung auch noch jene Flüssigkeit damit vereinigt worden war, welche das anfänglich durch Ammoniak nicht gefällte Mangan enthielt. Die Lösung, welche die Titansäure enthielt, wurde zur Trockene verdampft, der geglühte Rückstand mit saurem schwefelsaurem Kalium geschmolzen, und aus der hierauf mit kaltem Wasser erhaltenen Lösung die Titansäure durch anhaltendes Kochen abgeschieden.

0·4108 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, mit saurem schwefelsaurem Kalium aufgeschlossen, gaben 0·0088 Gramm Kieselerde, 0·2145 Gramm Titansäureanhydrid, 0·1384 Gramm Eisenoxyd und 0·0601 Gramm Manganoxyduloxyd.

0·7736 Gramm Substanz, mit saurem schwefelsaurem Kalium aufgeschlossen, gaben 0·0142 Gramm Aluminiumoxyd und 0·0033 Gramm Kalk.

0·9520 Gramm Substanz, im zugeschmolzenen Glasrohre mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 45·2 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00572 Gramm Eisenoxydul.

0·5640 Gramm Substanz mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, gaben 0·0042 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·0067 Gramm Kaliumplatinchlorid.

	VIII
SiO_2	2·14
TiO_2	52·21
Al_2O_3	1·83
Fe_2O_3	3·52
FeO	27·16
MnO	13·60
CaO	0·43
K_2O	0·23
Na_2O	0·19
	101·31

Bei der Berechnung dieser Zahlen wurde vorausgesetzt, dass das gesammte vorhandene Mangan als Oxydul sich vorfinde, indem

Digitized by Google

es eine gewisse Menge des isomorphen Eisenoxyduls im Titaneisen vertrete. Unter dieser Voraussetzung lässt sich die Zusammensetzung der analysirten Substanz in folgender Weise berechnen:

$Fe\,Ti\,O_3$	Ilmenit	57·34	89·78
$Mn\,Ti\,O_3$		28·92	
$Fe_2\,O_3$		3·52	
$Ti\,O_2$	Rutil		6·71
$Si\,O_2$, $Al_2\,O_3$ etc.	Silicate		4·82
			101·31

Es bestände dieselbe demnach, ausser kleinen Mengen von anhaftenden Silicaten und eingeschlossenem Rutil, hauptsächlich aus einem Mineral von der Formel $R\,Ti\,O_3$ [$R = Fe, Mn$; $Fe : Mn = 2 : 1$], dem eine geringe Menge von Eisenoxyd isomorph beigemischt wäre. Für dieses Mineral, Ilmenit, erhält man durch Reduction der obigen Zahlen auf 100 folgende procentische Zusammensetzung:

$Ti\,O_2$	50·68
$Fe\,O$.	30·25
$Mn\,O$	15·15
$Fe_2\,O_3$	3·92
	100·00

Arkose von Haybes (IX).

Die Basis von Dumont's Gedinnien, der untersten Abtheilung der devonischen Formation, wird in dem Bassin von Dinant von einem local beschränkten, grobkörnigen Conglomerat gebildet, das unter dem Namen Poudingue de Fépin bekannt ist; darüber folgt ein mehr constant auftretendes Depot, das Gosselet als die Arkose von Weismes bezeichnet hat. Dieselbe findet sich in sehr charakteristischer Ausbildung besonders in Haybes an der Maas, wo sie zu technischen Zwecken in grossem Massstabe gewonnen wird. Dieselbe besteht hauptsächlich aus meist unregelmässig begrenzten, selten abgerundeten Quarzkörnern von sehr variabler Grösse, die durch eine schwachgelblichweisse, kaolinartige Masse mit einander verkittet sind. In einzelnen mehr feinkörnigen, grünlichweiss gefärbten Partien, tritt ausserdem ein weisses glimmerartiges Mineral noch besonders hervor. Ferner bemerkt man zahlreiche braune Flecken von Limonit und schwarze glänzende, etwa 1—2 Millimeter grosse

Digitized by Google

Körnchen von Turmalin; als accessorische Gemengtheile enthält das Gestein nach Renard[1]) noch Zirkon, Rutil, Granat und Apatit.

Nach demselben Forscher verdankt das Gestein seinen Ursprung einem Granit, u. zw. entweder einem Pegmatit oder einem Aplit.

0·7928 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·7174 Gramm Kieselerde, 0·0515 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0073 Gramm Eisenoxyd, 0·0021 Gramm Kalk und 0·0043 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

0·8566 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0210 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·0623 Gramm Kaliumplatinchlorid.

1·1670 Gramm Substanz gaben 0·0135 Gramm Glühverlust.

	IX
SiO_2	90·49
Al_2O_3	6·50
Fe_2O_3	0·92
CaO	0·27
MgO	0·20
K_2O	1·41
Na_2O	0·12
H_2O	1·16
	101·07

Hornblendegestein von Ourt (X).

Die untere Abtheilung des Système coblentzien, das Taunusien Dumont's, enthält in der Nähe von Bastogne eine Anzahl von Gesteinen, die in ganz ausgezeichneter Weise die Erscheinungen des Metamorphismus zeigen. Wie die bereits erwähnten magnetit-, ottrelit- und ilmenitführenden Ardennenschiefer, gehören dieselben der metamorphischen Zone von Paliseul Dumont's an. Sie sind in regelmässiger Weise den normalen devonischen Schichten eingeschaltet, in denen sie Lagen von geringer Mächtigkeit oder blosse Nester bilden. Ihre ursprünglichen Lagerstätten sind indess gegenwärtig wenig zugänglich; man findet sie aber häufig in losen,

[1]) Renard, Notice sur la composition minéralogique de l'arkose de Haybes. (Bull. Musée. Royal Hist. Nat. Belg. t. III, 1884); vergl. ausserdem den Bericht über die Excursion der französischen geologischen Gesellschaft in die Ardennen, l. c. pag. 670 ff.

Digitized by Google

oberflächlich mehr oder weniger zersetzten Brocken, die von den Bewohnern jener Gegend als Pièrres volantes bezeichnet werden. Die für dieselben charakteristischen Mineralien sind hauptsächlich Hornblende, Granat, Ottrelit und Bastonit, deren Analysen im folgenden mitgetheilt werden.[1])

Das Hornblendegestein von Ourt, von Dumont Quarzite hornblendifère genannt, ist grünlich-grau, matt oder wachsglänzend, von körniger Structur und unregelmässigem, schwach muscheligem Bruch. Mit blossem Auge unterscheidet man darin hauptsächlich weissen oder gelblichweissen körnigen Quarz und grüne faserige Hornblende von etwa 1 Millimeter Breite und 3—4 Millimeter Länge, leicht gewunden und von metallähnlichem Glanz; ausserdem findet man noch Granat in deutlichen Krystallen, oder häufig weisse, mehlartige, zersetztem Feldspath ähnliche Flecken bildend. Endlich enthält das Gestein nach Renard noch in untergeordneter Menge Apatit, Zirkon, Eisenglanz, Titaneisen, Graphit und Glimmer. Das analysirte Fragment wurde an der Strasse von Recogne nach Remagne in der Nähe des Fleckens Ourt gefunden.

0·9842 Gr. bei 110° C. getrockneter Substanz, nach Sipöcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0155 Gr. Wasser, 0·6825 Gr. Kieselerde, 0·1188 Gr. Aluminiumoxyd, 0·0703 Gr. Eisenoxyd, 0·0758 Gr. Kalk und 0·0809 Gr. pyrophosphorsaures Magnesium.

0·9278 Gramm Substanz, im zugeschmolzenen Glasrohre mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 8·4 Cubikctm. Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·005235 Gr. Eisenoxydul.

0·9569 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0075 Gramm Natriumchlorid.

	x
SiO_2	69·34
Al_2O_3	12·07
Fe_2O_3	1·88
FeO	4·74
MnO	Spur
CaO	7·70
MgO	2·96
Na_2O	0·40
H_2O	1·57
	100·66

[1]) Vergl. über diese Gesteine: Renard, les roches grenatifères et amphiboliques de la région de Bastogne (l. c.).

Digitized by Google

Granat aus einem Gesteine von Ourt (XI).

Eine zweite Gruppe der metamorphischen Felsarten von der Umgebung von Bastogne bildet jenes Gestein, das von Dumont als Quarzite grenatifère bezeichnet wurde. Dasselbe ist von schwarzer Farbe, matt, sehr hart und compact, mit unregelmässigem Bruch, ohne Spur von Schichtung; es gleicht auf den ersten Anblick täuschend einem schwarzen Basalt. Aus der sehr feinkörnigen, vollkommen homogenen, durch Kohle schwarz gefärbten Grundmasse heben sich deutlich nur die in zahlreichen kleinen Rhombendodekaëdern eingesprengten Granate ab, deren Durchmesser etwa 1 bis 2 Millimeter beträgt. Dieselben sind gelblichbraun, durchsichtig, sehr hart und spröde; vor dem Löthrohre schmelzen sie ziemlich leicht zu einem schwarzen magnetischen Glase; ihr Pulver wird von heissen concentrirten Säuren nur wenig angegriffen. Zur Isolirung dieses Minerals wurde das Gestein zunächst in kleine Stücke zerschlagen und die dabei sich ablösenden Granate gesammelt; diese wurden dann abermals durch einige Hammerschläge zersplittert und hierauf mit der Lupe die von der schwarzen Gesteinsmasse vollkommen befreiten Bruchstücke ausgesucht und zur Analyse verwendet.

Das specifische Gewicht wurde = 3·976 gefunden; zu dessen Bestimmung dienten 2·7910 Gramm Substanz.

0·8536 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·3208 Gramm Kieselerde, 0·1746 Gramm Aluminiumoxyd, 0·1744 Gramm Eisenoxyd, 0·1351 Gramm Manganoxyduloxyd, 0·0856 Gramm Kalk und 0·0161 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

0·8067 Gramm Substanz, im zugeschmolzenen Glasrohre mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 28·0 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·005235 Gramm Eisenoxydul.

	XI
$Si\,O_2$	37·58
$Al_2\,O_3$	20·45
$Fe_2\,O_3$	3.21
$Fe\,O$	15·53
$Mn\,O$	14·72
$Ca\,O$	10·03
$Mg\,O$	0·68
	102·20

Digitized by Google

Die erhaltenen Zahlen stimmen recht gut mit der bekannten Granatformel $3\,RO\,.\,Al_2\,O_3\,.\,3\,Si\,O_2$ überein. Die Verhältnisszahlen für $Fe\,O$, $Mn\,O$ und $Ca\,O + Mg\,O$ sind 216 : 207 : 196, also sehr annähernd gleich 1 : 1 : 1; der untersuchte Granat entspricht demnach der Formel $Ca\,Mn\,Fe\,Al_2\,Si_3\,O_{12}$, oder einer isomorphen Mischung von je einer Molekel eines Kalk-Thonerde-, Mangan-Thonerde- und Eisen-Thonerde-Granats. Die folgende Zusammenstellung zeigt die Uebereinstimmung der gefundenen Zahlen mit der obigen Formel; die geringen Mengen von Eisenoxyd und Magnesia, die die Analyse ergeben hatte, wurden zunächst auf Thonerde und Kalk umgerechnet und die erhaltene Summe auf 100 reducirt.

	gefunden	berechnet
$Si\,O_2$	37·09	37·36
$Al_2\,O_3$	22·21	21·33
$Fe\,O$	15·33	14·95
$Mn\,O$	14·53	14·74
$Ca\,O$	10·84	11·62
	100·00	100·00

Ottrelit aus den Schiefern der Umgebung von Bastogne (XII—XIV).

Dieses Mineral findet sich als charakteristischer Einsprengling in Form zahlreicher kleiner, rundlicher oder sechsseitiger Blättchen in gewissen Phylliten der Ardennen; in besonders vollkommener Ausbildung enthalten es manche Schiefer aus der Umgebung von Bastogne. Die Art der Verwachsung dieser Blättchen mit der Gesteinsmasse ist in der Regel die, dass, während die beiden Hauptflächen sich scharf von dem Gesteine absetzen, die Ränder allmälig in dasselbe übergehen, so dass hier die Grenze beider nur schwer zu erkennen ist. Das Mineral besitzt eine grünlichgraue oder schwärzlich grüne Färbung, sowie eine ziemlich bedeutende Härte, etwa die des Feldspaths; es ist undurchsichtig, glasglänzend und nicht elastisch. Vor dem Löthrohre schmilzt es ziemlich schwierig zu einem magnetischen Glase; als Pulver wird es von concentrirten Mineralsäuren in der Hitze zersetzt.

Das zur chemischen Analyse verwendete Material stammt aus den Schiefern von Serpont (XII), Lierneux (XIII) und Ottrez (XIV). Die kleinen Täfelchen des Minerals wurden aus denselben heraus-

Digitized by Google

gebrochen und durch Abtrennen der Randzonen mittelst einer Stahlscheere so gut als möglich von den anhaftenden fremden Substanzen befreit; dabei war besonders der Umstand misslich, dass an den Rändern die Grenze zwischen Mineral- und Gesteinsmasse nur schwer zu unterscheiden ist.

XII. Das specifische Gewicht des Minerals wurde bei Anwendung von 3·1950 Gramm Substanz = 3·266 gefunden.

0·8470 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, nach der Methode von Sipöcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0495 Gramm Wasser, 0·3528 Gramm Kieselerde, 0·2496 Gramm Aluminiumoxyd, 0·2023 Gramm Eisenoxyd, 0·0085 Gramm Manganoxyduloxyd und 0·0370 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

0·7527 Gramm Substanz, im zugeschmolzenen Glasrohre mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 25·7 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·005235 Gramm Eisenoxydul.

XIII[1]). Das specifische Gewicht des Minerals wurde bei Anwendung von 1·5994 Gramm Substanz = 3·266 gefunden.

0·8040 Gr. Substanz, mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·3260 Gr. Kieselerde, 0·2476 Gr. Aluminiumoxyd, 0·1380 Gramm Eisenoxyd, 0·0563 Gr. Manganoxyduloxyd, 0·0036 Gr. Kalk und 0·0289 Gr. pyrophosphorsaures Magnesium.

0·7438 Gramm Substanz, im zugeschmolzenen Glasrohre mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 17·7 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·005235 Gramm Eisenoxydul.

XIV. 0·7559 Gramm Substanz, nach der Methode von Sipöcz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·0383 Gramm Wasser, 0·3211 Gramm Kieselerde, 0·2214 Gramm Aluminiumoxyd, 0·1266 Gramm Eisenoxyd, 0·0496 Gramm Manganoxyduloxyd und 0·0430 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

0·6829 Gramm Substanz, im zugeschmolzenen Glasrohre mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 15·8 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·005235 Gramm Eisenoxydul.

[1]) Als Autor dieser Analyse ist in der oben citirten Abhandlung irrthümlicher Weise A. Renard angegeben.

Digitized by Google

	XII	XIII	XIV
SiO	41·65	40·55	42·48
Al_2O	29·47	30·80	29·29
Fe_2O_3	4·02	3·32	3·30
FeO	17·87	12·46	12·11
MnO	0·93	6·51	6·10
CaO	Spur	1·29	Spur
MgO	1·57	0·45	2·05
H_2O	5·84	?	5·07
	101·35	95·38	100·40

Die Verhältnisszahlen für Kieselerde, Sesquioxyde, Monoxyde und Wasser nähern sich etwa den Werthen 7 : 3 : 3 : 3; doch erreicht für den Ottrelit von Lierneux (XVIII) die Verhältnisszahl für die Kieselerde nicht ganz den Werth 7. Da ausserdem nach Renard die Täfelchen des Ottrelits constant von feinen Quarzäderchen durchzogen sind, erscheint es vielleicht gerechtfertigt, für die Kieselerde den nächst niedrigen Werth 6 anzunehmen, woraus sich für die analysirten drei Ottrelite die empirische Formel $H_2 R'' R'''_2 Si_2 O_9$ $[R'' = Fe, Mn, Ca, Mg, R''' = Al, Fe]$ ergeben würde. Es ist natürlich nicht möglich mit Sicherheit darüber zu entscheiden, da eine strenge Controle bezüglich der Reinheit und Frische der analysirten Substanzen in Folge der Undurchsichtigkeit derselben nicht durchzuführen war.

Bastonit von Libramont (XV).

Mit dem Namen Bastonit wurde von Dumont ein der Glimmergruppe angehöriges Mineral bezeichnet, das in der Umgebung von Bastogne sehr häufig gefunden wird. Es charakterisirt daselbst besonders gewisse Sandsteine und Arkosen und findet sich ausserdem sehr häufig auf den Quarzgängen, die in jener Gegend die verschiedenen Gesteinsschichten durchsetzen. Das zur Analyse verwendete Material stammt aus einem solchen in der Nähe des Bahnhofes von Libramont.

Der Bastonit bildet rundliche, perlmutterglänzende, wenig elastische Lamellen bis zu etwa 1 Centimeter Durchmesser, von dunkler, bronzeähnlicher Farbe und ausgezeichneter blättriger Spaltbarkeit. In optischer Beziehung verhält er sich nach Renard sehr

Digitized by Google

ähnlich wie der Phlogopit und die diesem nahestehenden Mineralien, wie Jefferisit und Vermiculit, die von Tschermak als zersetzte Phlogopite betrachtet werden. Mit denselben zeigt er auch insofern einige Analogie, als er vor dem Löthrohre erhitzt, sich zunächst stark aufbläht, indem die einzelnen Blättchen ziehharmonikaartig auseinandertreten; schliesslich schmilzt er zu einem schwarzen magnetischen Glase. Von concentrirter Salz- und Schwefelsäure wird er in der Hitze zersetzt.

Das für die Analyse gesammelte Material wurde zunächst in möglichst feine Blättchen gespalten, und von diesen mit einer Scheere alle Stellen, die sich als bereits in Verwitterung begriffen erkennen liessen, wie dies besonders an den Rändern der Fall war, entfernt. Trotzdem zeigten mitunter einzelne der auf diese Weise erhaltenen Schüppchen von ganz frischem Aussehen bei weiterer Spaltung in ihrem Innern noch braunrothe Flecken, die auf eine bereits eingetretene Zersetzung hinwiesen. Das Zerkleinern der feinen Blättchen in der Achatschale gelang, wenn auch mit einiger Schwierigkeit vollkommen; dieselben unter Wasser zu zerreiben, wie dies bei manchen Glimmern unumgänglich ist, war nicht nothwendig.

Das specifische Gewicht des Minerals wurde bei Anwendung von 3·1361 Gramm Substanz = 2·928 gefunden.

0·8419 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·3107 Gramm Kieselerde, 0·1687 Gramm Aluminiumoxyd, 0·2033 Gramm Eisenoxyd, 0·0080 Gramm Kalk und 0·1870 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

0·8281 Gramm Substanz, im zugeschmolzenen Glasrohre mit Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossen, brauchten 5·9 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·005235 Gramm Eisenoxydul.

0·6396 Gramm Substanz gaben 0·0446 Gramm Glühverlust [1]) und hierauf mit Flusssäure aufgeschlossen 0·0336 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·1010 Gramm Kaliumplatinchlorid.

---

[1]) In Folge eines Unfalles missglückte die directe Wasserbestimmung nach der Methode von Sipöcz; da reines Material nicht mehr in hinreichender Menge vorhanden war, musste man sich mit einer Glühverlustbestimmung begnügen.

Digitized by Google

	XV
$Si\,O_2$	36·91
$Al_2\,O_3$	20·04
$Fe_2\,O_3$	20·01
$Fe\,O$	3·73
$Mn\,O$	Spuren
$Ca\,O$	0·95
$Mg\,O$	7·96
$K_2\,O$	3·07
$Na_2\,O$	0·22
$H_2\,O$	6·98
	99·87

Um zu entscheiden, ob das gefundene Wasser als chemisch gebunden zu betrachten sei, wurden 1·1004 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz bei allmähliger Steigerung der Temperatur zunächst bis auf 300° C. erhitzt und dabei von Zeit zu Zeit gewogen, bis das Gewicht sich nicht mehr änderte. Nach im ganzen zehnstündigem Verweilen im Trockenkasten bei Temperaturen von 160° bis 300° hatte die Substanz 0·0177 Gramm abgenommen, was einem Gewichtsverluste von 1·61 Procent entspricht. Bei weiterem Erhitzen bis zur Weissgluth verlor die Substanz noch 0·0586 Gramm entsprechend 5·33 Procent, ehe das Gewicht constant wurde. Daraus ergibt sich, dass man das Wasser wesentlich als chemisch gebunden betrachten muss.

Die aus den obigen Werthen berechneten Verhältnisszahlen lassen zunächst keine einfachen Beziehungen erkennen; einfachere Verhältnisse ergeben sich, wenn man die Zahlen für die ein- und zweiwerthigen Metalle addirt; man erhält alsdann für die Kieselerde, Sesquioxyde, Monoxyde und Wasser, Werthe, die sich dem Verhältnisse 2 : 1 : 1 : 1 nähern; man könnte daher für die analysirte Substanz die empirische Formel $H_2\,(R'_2\,R'')\,R'''_2\,Si_2\,O_9$ $[R' = K, Na, R'' = Fe, Ca, Mg, R''' = Al, Fe]$ annehmen. Doch hat die Aufstellung einer solchen Formel nur ein sehr geringes Interesse, da nach allen seinen Eigenschaften der untersuchte Ottrelit höchstwahrscheinlich wohl als ein secundäres Product zu betrachten ist. Nach den Ergebnissen der chemischen Analyse dürfte derselbe durch theilweise Zersetzung eines der Biotitreihe angehörigen sehr eisenreichen Glimmers entstanden, und wenigstens ein Theil des in auffallend bedeutender Menge gefundenen Eisenoxyds ursprünglich wohl als Oxydul vorhanden gewesen sein.

Digitized by Google

Anhang.

Laterit vom Congo (XVI, XVII).

Die beiden analysirten Gesteinsproben wurden von Herrn Dr. J. Chavanne gelegentlich einer seiner Reisen im Gebiete des unteren Congo nach Europa gebracht und mir zur chemischen Untersuchung übergeben. Bekanntlich bezeichnet man mit dem Namen Laterit Gesteine von höchst verschiedener Natur und Abstammung [1]). Nach Lyell [2]) nennt man Laterite durch Eisenoxyd gefärbte Thone, welche Zwischenschichten zwischen Basalt und Lavadecken bilden. Nach Greenough [3]) ist der in Indien (Malacca, Siam, Sumatra, Singapore etc.) sehr verbreitete Laterit dem rheinischen Trass oder dem italienischen Peperin oder Puzzolan ähnlich. Nach den Gebr. Schlagintweit [4]) gibt es in Indien drei verschiedene Arten von Laterit: im Dekhan und Konkan ist er durch Zersetzung mandelsteinartiger Trappe entstanden, in Mysore durch Umwandlung krystallinischer Schiefer gebildet, bei Nagagiri, Arkot und Madras endlich ist er sogar nur ein Conglomerat von Sandsteingeröllen, die durch ein zelliges Cement von Eisenoxydhydrat verkittet sind.

An diese letzte der genannten Arten dürften sich, schon nach dem äusseren Anblick zu urtheilen, die beiden in Rede stehenden Laterite vom Congo anschliessen. Bei der makroskopischen Untersuchung derselben erkennt man nämlich, dass sie hauptsächlich aus vollkommen abgerundeten Quarzkörnern bestehen, deren Durchmesser etwa zwischen 2 und 4 Millimeter variirt, aber auch die Grösse von 1 Centimeter und mehr erreicht; auf den Bruchflächen zeigen dieselben einen äusserst lebhaften Glanz. Zusammengehalten werden diese Quarzkörner durch eine Art zelligen Cementes von chocoladebrauner oder gelblichrother Färbung. Ausser der Farbe unterscheidet sich dieser Cement noch wesentlich durch seine Consistenz: während in dem braunen Laterit die Quarzkörner sehr fest mit einander verkittet sind, so dass ein bedeutender Kraftaufwand nöthig ist, um eine Zertheilung des Gesteins zu bewirken, ist die Festigkeit des

[1]) Cf. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, II, pag. 553.

[2]) Lyell, Elements of geology, 1865, pag. 598.

[3]) Greenough, Sur la géologie de l'Inde, communiqué par E. de Beaumont. Compt. rend. de l'Académie de sciences de Paris, XL, 1855, pag. 348.

[4]) C. Ritter, Ueber die Reisen der drei Gebrüder Schlagintweit in Indien. Zeitschr. f. allg. Erdkunde V, 1855, pag. 159.

Digitized by Google

rothen Laterits eine sehr geringe, er bröckelt leicht ab und besitzt fast nur noch eine erdige Consistenz. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieser letztere aus dem ersten durch weitergehende Zersetzung in Folge der Einwirkung des Meerwassers entstanden ist. Beide Gesteine geben beim Zerreiben ein braunrothes Pulver.

Herr Dr. Chavanne theilte mir bezüglich der Lagerungsverhältnisse folgendes mit: Der rothe (XVII) Laterit bildet eine homogene, circa 30 Meter mächtige Schichte im Steilabhange der Küste am Cap Punta das Pedres circa 9 Kilometer nördlich der Congomündung. Das Liegende der Lateritschichte ist ein stark verwitterter und vom Seewasser erodirter Brauneisenstein, beziehungsweise stark eisenoxydhaltiger Buntsandstein. Ueber dem Laterite lagern plastische weiche Thone und eine dünne Humusdecke. Ohne besondere Schichtung zu zeigen erfüllt dieser Laterit in horizontalen Bändern die ganze Küstenterasse bis über die Kuilumündung hinauf. Der braune (XVI) Laterit bildet einen Strandwall bei Landana und lagert in losen Stücken auf einem versteinerungsführenden Thonschiefer. Sein Vorkommen scheint local beschränkt zu sein. Dr. Chavanne hält diese Laterite für Detritus aus den krystallinischen Schiefern des Berglandes im Innern des Continents.

Aus dem zur Analyse verwendeten Material sind zunächst die gröbsten Quarzkörner entfernt worden; dieselbe gab folgendes Resultat:

XVI. 1·1914 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben: 0·7516 Gramm Kieselerde, 0·3364 Gramm Eisenoxyd, 0·0274 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0068 Gramm Kalk und 0·0137 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

1·2038 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 1·1 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00569 Gramm Eisenoxydul.

2·0253 Gramm Substanz, mit kohlensaurem Alkali aufgeschlossen, gaben 0·0386 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium und 0·0160 Gramm schwefelsaures Baryum.

2·877 Gramm Substanz, mit heisser verdünnter Salpetersäure behandelt, gaben 0·0109 Gramm metallisches Silber.

2·2605 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0102 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·0071 Gramm Kaliumplatinchlorid.

Digitized by Google

1·1673 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz gaben 0·0550 Gramm Glühverlust.

XVII. 1·2410 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, gaben 0·6566 Gramm Kieselerde, 0·4539 Gramm Eisenoxyd, 0·0512 Gramm Aluminiumoxyd, 0·0024 Gramm Kalk und 0·0024 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium.

1·1702 Gramm Substanz, mit Fluss- und Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohre aufgeschlossen, brauchten 0·6 Cubikcentimeter Chamäleon; 1 Cubikcentimeter desselben entsprach 0·00569 Gramm Eisenoxydul.

2·4482 Gramm Substanz, mit kohlensaurem Alkali aufgeschlossen, gaben 0·0196 Gramm pyrophosphorsaures Magnesium und 0·0207 schwefelsaures Baryum.

2·103 Gramm Substanz, mit heisser verdünnter Salpetersäure behandelt, gaben 0·0050 Gramm metallisches Silber.

2·0443 Gramm Substanz, mit Flusssäure aufgeschlossen, gaben 0·0046 Gramm Kalium- und Natriumchlorid und 0·0044 Gramm Kaliumplatinchlorid.

1·244 Gramm bei 110° C. getrockneter Substanz, gaben 0·0766 Gramm Glühverlust.

Procentische Zusammensetzung:

	XVI brauner Laterit	XVII rother Laterit
$Si\,O_2$	63·08	52·91
$P_2\,O_5$	1·22	0·51
$S\,O_3$	0·27	0·29
Cl	0·13	0·08
$Fe_2\,O_3$	27·65	36·26
$Fe\,O$	0·52	0·29
$Al_2\,O_3$	2·30	4·13
$Ca\,O$	0·57	0·19
$Mg\,O$	0·41	0·07
$Na_2\,O$	0·19	0·08
$K_2\,O$	0·06	0·04
$H_2\,O$	4·71	6·16
	101·11	101·01

Digitized by Google

Die Betrachtung dieser Zahlen ergibt in Uebereinstimmung mit dem früher gesagten, dass die beiden Laterite hauptsächlich aus Quarz und Eisenoxydhydrat bestehen; das Molekularverhältnis von Eisenoxyd und Wasser ist das des Limonits ($2\,Fe_2\,O_3 : 3\,H_2\,O$). Die geringen Mengen von Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor sind höchst wahrscheinlich beziehungsweise an Eisenoxyd, Kalk und Natrium gebunden; von diesen Salzen sind Calciumsulfat und Chlornatrium durch Wasser extrahirbar. Die gefundene Thonerde endlich deutet auf die Gegenwart von Silicaten hin, vermuthlich Ueberresten des ursprünglichen Gesteins, deren Natur sich natürlich durch die chemische Analyse allein nicht bestimmen lässt.

Digitized by Google

II. Die vulcanischen Ereignisse des Jahres 1885.

21. Jahresbericht von C. W. C. Fuchs.

I. Eruptionen.

Die Zahl vulcanischer Eruptionen war auch im Jahre 1885 gering und deren Heftigkeit nur unbedeutend. Die im Allgemeinen seit Jahren vorherrschende schwache Thätigkeit der Vulcane setzt sich also immer noch fort.

Der Vesuv.

Der Vesuv verharrt in seiner jahrelangen Strombolithätigkeit. Am stärksten war dieselbe während des Jahres 1885 Anfangs Mai und erhob sich damals zu einem kleinen Ausbruch. Am 2. Mai, Abends 2 Uhr 30 Min., öffneten sich drei Stellen nahe der Eisenbahnstation und ergossen reichlich Lava gegen Toure del Greco; am folgenden Tag kam Lava aus einer neuen Oeffnung und mehreren Spalten, obgleich die Instrumente ziemlich ruhig blieben. Am 4. Mai vereinigten sich die beiden Lavabäche und drangen bis in die bekannte Region bei Bosco; am 5. Mai gab es viele Spalten am Hauptkrater, der aber am 6. Mai nur rauchte, während die Lava in alte Spalten floss. Am 3. Mai sah man von Neapel einige, sich gegen Camaldoli di Torre del Greco, einer Häusergruppe jenseits des Hügels von Torre del Greco, ergiessende Lavabänder. Am 8. Mai warf der Krater etwas Asche aus, aber die Erregung war schon vorüber und zeigte sich nur noch einmal am 19. Mai.

Der Cotopaxi.

Vom Cotopaxi haben wir einige ungenaue Nachrichten. Demnach hatte derselbe während der Erdbeben in Chambo, Mitte Januar, einen kleinen Aschenausbruch. Erheblicher noch scheint der am 23. Juli gewesen zu sein. Er begann Morgens, und Lava, Asche und Schlacken erreichten das an seinem Fuss gelegene Chambo, wo 102 Häuser zerstört wurden. Der Berg machte ein Geräusch, wie fernes Artilleriefeuer, so dass noch in Guaquil, 130 Meilen von ihm entfernt, die Fenster klirrten.

Digitized by Google

Der Tunguragua.

Von diesem Vulcan wissen wir eigentlich nichts, denn die Meldung, dass derselbe beim ersten Ausbruch des Cotopaxi ebenfalls in eruptive Thätigkeit übergegangen sei, ist noch unzuverlässiger.

Der Stromboli.

Der Stromboli war stiller als in früheren Jahren, doch gab er von Zeit zu Zeit Zeichen von Erregung, wie vom 4.—8. März 1885, wo er Schlacken und Asche auswarf.

Der Aetna.

Auch dieser Vulcan war sehr still und gab nur so viel Lebenszeichen von sich, dass man ihn nicht für vollständig ruhig ansehen konnte. Von Zeit zu Zeit ward Rauch, auch etwas Asche und Feuerschein sichtbar, besonders vom 1.—10. August. Im März waren die für seine Beobachtung bestimmten Instrumente in solcher Thätigkeit, dass man einen Ausbruch befürchtete, der Berg blieb aber trotzdem vollkommen ruhig.

Der Semeru.

Der Semeru soll nach unverbürgten Nachrichten gegen 22. April einen heftigen Ausbruch gehabt haben, der nicht, wie gewöhnlich, auf der Seeseite des Berges, sondern auf der entgegengesetzten bebauten Region erfolgte und dadurch Verwüstungen anrichtete. Anfangs Mai erschien Lava, wodurch auch mehrere Menschen ihr Leben verloren, eine Plantage wurde verschüttet und die tiefen Rinnen des Berges ausgefüllt.

II. Erdbeben.

Januar.

1. Januar. Das grosse andalusische Erdbeben erstreckte sich aus dem Jahre 1884 weit in 1885 hinein. Am 1. Januar trat in Velez wieder ein heftiges, mehrere Häuser zerstörendes Erdbeben ein; die Einwohner hatten die Stadt verlassen. In Nerja kamen den ganzen Tag weitere Zerstörungen durch Erdstösse vor. Die Stadt Torrox war um diese Zeit fast ganz zerstört; auch in Malaga mussten die Einwohner wegen heftiger Stösse in's Freie flüchten.

Digitized by Google

1. Januar. Morgens 3 Uhr 52 Min. in Velletri Erdstoss (3), gefolgt von drei schwächeren; um 4 Uhr ein Stoss (5) in Segni.

2. Januar. Morgens 1 Uhr Stoss (4) in Muro Lucano.

Vom 2. zum 3. Januar gab es in Malaga und Granada keine Stösse, dagegen dauerten sie in Algarrobo, Comares und Camillas fort.

5. Januar. Morgens 6 Uhr 27 Min. in Salurro, Pinerolo und Turin ein Erdbeben aus zwei Stössen.

5. Januar. In Fermo und Rocca S. Nicandro ein Stoss (4).

5. Januar. Morgens 9 Uhr 50 Min. Erdbeben zu Savines (Dép. Hautes-Alpes) von S. nach N. und um dieselbe Zeit zu Embrun; Morgens $5^1/_2$ Uhr leichte Stösse in Chambéry.

5. Januar. Abends heftiger Stoss in Malaga und Granada unter Getöse. Das Meer war dabei so bewegt, dass mehrere Schiffe auf das Land geworfen wurden.

6. Januar. Morgens gegen 6 Uhr leichter Stoss in Marseille, nur in einzelnen Stadttheilen, besonders in der Nähe von Longehamp gespürt.

6. Januar. Abends 6 Uhr Stoss in Granada.

6. Januar. Ein Telegramm von New-York berichtet von heftigen Erdbeben in Maryland, Washington und New Hampshire.

7. Januar. Morgens 1 Uhr 50 Min. Erdbeben von 1 Secunde in Toblach (Tirol).

7. Januar. Heftiges Erdbeben in Andalusien; in Nerja und Trigliano stürzten mehrere Häuser ein und in Loja kamen dadurch einige Personen um.

8. zum 9. Januar. In Granada Morgens 9 Uhr starke Stösse.

9. Januar. Morgens 2 Uhr schwacher Erdstoss in Nice, von mehreren Personen im Hôtel de France beobachtet, wo einzelne Möbel gerückt wurden.

11. Januar. In Alamecar (Granada) so heftige Stösse, dass die Bewohner die Stadt verliessen.

12. Januar. In Granada drei Erdstösse, ein heftiger Stoss in Corrilas de Aucitupo (Malaga); einige Personen wurden verletzt. Mehrere leichte Stösse in Alamecar, Nerja, Torrox und Algarrobo, schwache anhaltend.

12. Januar. Starke Stösse in Irkutsk und Kiachta.

12. Januar. Morgens 2 Uhr 27. Min. Stoss in Velletri.

14. Januar. Morgens 1 Uhr, 6 Uhr 45 Min., 6 Uhr 55 Min. Stösse in Rom.

Digitized by Google

Mitte Januar Erdbeben im Chimbo beim Ausbruch des Cotopaxi.

16. Januar. Morgens 9 Uhr 40 Min. Stoss (3) in Monte Cassino.

18.—19. Januar. In der Nacht in Leden in der Umgebung von Colchester (Grafschaft Essex) starke Stösse.

19. Januar. Abends 10 Uhr in Rocca S. Casciano zwei Stösse (3) in den Apenninen.

20.—21. Januar. Nachts in Glarus ziemlich starker Stoss von O.—W. Viele Personen erwachten, Möbel bewegten sich. (Basler Nachrichten vom 24. Januar.)

21. Januar. In Velez, Malaga, Loja, Almanecar mehrere Stösse.

22. Januar. Abends 1 Uhr im Valle di Lunze ein Stoss (3).

22. Januar. In Malaga mehrere Erschütterungen.

24. Januar. Abends 9 Uhr 5 Min. in S. Remo ein Stoss (7) von O.—W. mit Getöse.

26. Januar. In Francisco mehrere Stösse, von denen der erste in ganz Californien gespürt wurde.

27. Januar. Abermals Erdbeben in der Gebirgskette von Tejeda, wodurch die wenigen übrig gebliebenen Häuser am Abhang, in den Grenzen der Provinzen Malaga und Granada zerstört wurden. In Alhama gab es einen Stoss, dem ein Getöse wie Kanonenschuss vorausging; ein Haus zerstört, 1 Todter, 2 Verwundete. In Formes 1 Todter, 1 Verwundeter, in Arena heftiger Stoss.

27. Januar. Morgens 4 Uhr in Valparaiso heftiger Erdstoss, (Journ. des Débats, 30. Juni.)

27. Januar. Abends 3 Uhr 35 Min. in St. Lorenzen an der Kärntner Bahn Stoss mit Getöse. In Wuchern (Eisenbahnstation gegen Marburg) trat es 3 Uhr 40 Min. unter Donnergetöse von W.—O. ein, 2 Secunden lang. Auch in anderen Orten wurde es bemerkt, aber nicht in Klagenfurt.

27. Januar. Morgens heftiger Erdstoss in Cambodscha. (Frankf. Zeitung. 30. Januar.)

29. Januar. Erdstösse in Montril (Andalusien); die Kirchthürme stürzten ein. Auch in Alhama Erschütterungen.

31. Januar. Erdbeben in Ni-Silab oder M'Sila. Im arabischen Stadttheil stürzten 8 Häuser ein. Dasselbe wurde auch schwach in Sétif (Algerien) beobachtet (Petit Niçois 2. Février).

31. Januar. Morgens 11 Uhr in Rom ein Stoss (3).

Digitized by Google

Februar.

1. Februar. Morgens 1 Uhr 20 Min. Erdbeben in Ehrenhausen bei Graz von N. nach S. (N. Fr. Pr., Nr. 7339.)

1. Februar. Morgens gegen 5 Uhr liess sich in Friedrichsthal bei Krozingen (Schwarzwald) ein schwaches, in SO.—NW.-Richtung gehendes Erdbeben wahrnehmen. (Bad. Landesz., Nr. 29, II.)

1. Februar. Abends 4 Uhr 37 Min. in Landelles (Calvados) unter Getöse 2—3 Secunden lang Erdbeben, worauf ein kurzer Stoss, der die Möbel erzittern machte. (Compt. rend., Nr. 6, S. 399.)

2. Februar. In Cortes (Malaga) Erdstoss, so heftig, wie am 25. December 1885; trotzdem in dem 15 Kilometer entfernten Bonda nicht beobachtet.

2. Februar. Abends 9 Uhr heftiges Erdbeben von 8 Secunden in Banjaluka, Jaice, Vaka vakuf, Travnik u. a. O. von Bosnien.

4. Februar. Morgens 10 Uhr 32 Min. in Rom ein Stoss (3) von SW. nach NO.

6. Februar. Mehrere Erdstösse zu Bannareso (Alicante). (Expresse de Lyon, 7. Februar.)

6. Februar. In Gütenbach bei Triberg (Schwarzwald) um 12 Uhr 40 Min. mehrere Erderschütterungen, darunter 2 heftige. In Alt-Simenswald waren sie mit unterirdischem Getöse verbunden. (Bad. Landesz., Nr. 38 I.)

8. Februar. Erdstösse in Meluno (Malaga), wodurch drei Häuser einstürzten. (Expr. de Lyon, 9. Févr.)

10. Februar. Abends 1 Uhr 40 Min. in Chiavari drei Stösse (3) von SW. nach NO., in S. Margherita Ligure (6) und ebenso in Genua u. a. O.; um 2 Uhr in Taverna d'Orero.

11. Februar. Abends 2 Uhr in Montegisfo ein Stoss (3).

12. Februar. Erdstösse in der Bergkette von Tejeda (Andalusien).

13. Februar. Erdbeben in Torre del Campo (Andalusien), zerstörte Kirche, Spital und mehrere Häuser.

13. Februar. Abends $9^1/_2$ Uhr in Biberach bei Offenburg (Schwarzwald) heftiger Stoss, dem am 14. Morgens $10^1/_2$ Uhr ein zweiter folgte. Donnerähnliches Rollen, Zittern von Möbeln. (Bad. Landesz. Nr. 40, I.)

14.—15. Februar. Nachts Erdbeben von 4 Secunden in Granada und Valley ohne Schaden.

Digitized by Google

15. Februar. Abends 11 Uhr 6 Min. in S. Remo zwei Stösse (3) von NW. nach SO. und 11 Uhr 9 Min. noch einer. Um 10 Uhr 45 Min. in Valdieri Stoss (3), um 11 Uhr 40 Min. in Ventimiglia (6).

16. Februar. Abends 10 Uhr leichtes Erdbeben in Chambery. Im Thal der Isère zwei heftige Wellenbewegungen, in Menton und Nice Abends 9 Uhr 50 Min. Erschütterung von drei Secunden aus SO. nach NW. (Eclaireur, 22. Févr.)

16. Februar. Gegen 11 Uhr 45 Min. Abends in Adjud und Tecucin in Rumänien starkes Erdbeben mit unterirdischem Donner 1—2 Secunden lang von O. nach W. In Tecucin wurden Möbel gerückt.

19. Februar. In Montril und Loja durch Erdbeben zwei Häuser zerstört (Andalusien).

19. Februar. Abends 1 Uhr in Montefortino ein Stoss (3).

19. Februar. Abends 1 Uhr 20 Min. in Granada und Malaga zwei heftige Stösse von 8 Min.

20. Februar. Abends 11 Uhr 20 Min. in Neapel ein Stoss (3).

21. Februar. Mehrere Stösse in Loja und Alhuma verursachten grosse Bergstürze, durch einen derselben wurde Baemudir, Vorstadt von Alhuma, zerstört.

21. Februar. Abends 11 Uhr 45 Min. Heftiger Stoss in Ala (Tirol) mit donnerähnlichem Rollen. Nur in kurzem Umkreis gespürt, folgten ihm doch in späteren Tagen mehrere.

25. Februar. Abends 8½ Uhr in Wien drei heftige Stösse von 2. Sec. aus W. nach O.

26. Februar. In Wien ein schwächerer Stoss mit Getöse.

26. Februar. Erdbeben in Temesvar.

26. Februar. Abends 9 Uhr 30 Min. in Verona Stoss (3) von N. nach S. und in Caprino Veronese, um 9 Uhr in Mailand, Spalimberto di Modena (4) von W. nach O. und zwei Stösse (6) in Verona, Mussa (3), Monte forte d'Alpone (4), Prignano (6); um 9 Uhr 46 Min. in Modena, Bologna, 9 Uhr 47 Min. Spinea di Mestre, 9 Uhr 50 Min. Piacenza (4) NO.—SW., Marola (6) zwei Stösse.

28. Februar. Abends 9 Uhr 50 Min. und 10 Uhr 30 Min, zwei Stösse (3) in Foligno, Abends 9 Uhr einer (5) in Trevi.

Mr. Virlet d'Aoust berichtet von einem 1885 stattgefundenen Erdbeben, das, trotzdem weder Monat, noch Tag des Eintrittes angegeben ist, doch einiges Interesse beansprucht. In der Gegend von

Digitized by Google

Dorignies-Duoi (Dép. du Nord), wo die Steinkohlenbergwerke von L'Escarpelle liegen, wird die Kohlenschicht an den drei Schachten 3, 4 und 5 durch die Kreideformation 230 Meter hoch bedeckt, unten Thon, darüber Kreide und oberer Grünsand. Diese Gegend wurde von dem Erdstoss betroffen, er fand aber nur innerhalb der Kreideformation statt, unterhalb in den Bergwerken wurde nichts beobachtet.

März.

1. März. Abends 5 Uhr 10 Min. in Spinea di Mestre ein Stoss (3) von W.—O., um 4 Uhr 46 Min. schon einer in Prignano, Marola, Pavullo, u. s. w.; Abends 5 Uhr einer in Alessandria, Parma, Modena, Chiavari u. a. O.

6. März. Morgens 3 Uhr 35 Min. in Schönwald (Amt Triberg) mehrere ziemlich starke Stösse; ein Kamin stürzte ein und im Gasthof „zum Adler" ein Stück der Zimmerdecke herab. (Bad. Landeszeitung, Nr. 58, I.)

11. März. Am östlichen Theil des Aetna, besonders in Zefarana, Linguaglossa, Giarre und Morgens 1 Uhr 15 Min. ein Stoss (6) in Acireale, 1 Uhr 28 Min. einer (3), in Macchia (6), um 1 Uhr 40 Min. in Riposto.

12. März. Abends 8 Uhr 6 Min. Stoss (4) von W.—O. in Pavullo und Reggio Emilia, Abends 5 Uhr in Montefortino (5), um 9 Uhr 30 Min. in Chiavari.

14. März. Morgens 6 Uhr in Montefortino ein Stoss (3).

14. März. Abends 11 Uhr in Granada Erdbeben von mehreren Sec. aus W.—O.

16. März. Morgens 2 Uhr 25 Min. in Marola ein Stoss (6).

17. März. Morgens 7 Uhr 12 Min. längs des Schweizer Bodenseeufers zwischen Constanz und Romanshorn, in Münsterlingen, Altnau, Gutlingen und Uttwyl ein heftiger Stoss mit donnerartigem Getöse von W. her. (Schwäb. Mercur, 20. März.)

19. März. Morgens 7 Uhr 29 Min. in Acireale ein Stoss (3).

19. März. Morgens 10 Uhr 35 Min. in Carbone ein Stoss (3) mit Getöse von O.—W.

20. März. Morgens 4 Uhr 34 Min. in Spoleto ein Stoss (3).

20. März. Abends 7 Uhr 32 Min. in Mineo ein Stoss (3).

21. März. Abends 7 Uhr 30 Min. in Mineo ein Stoss (4).

Digitized by Google

22. März. Morgens 5 Uhr 15 Min. in Catania und Nicolosi ein Stoss (3).

23. März. Morgens 1 Uhr heftiger Stoss in Athen, schwach in Korinth von SO.—NW. Einige Tage vorher erfolgte eine 1 Meter betragende Senkung am Berg Ida.

23. März. Abends 7 Uhr 30 Min. in Monte Cassino ein Stoss, dem 7 Uhr 55 Min. noch einer folgte, ferner um 8 Uhr 20 Min. (3); 8 Uhr 22 Min. (7) und 8 Uhr 57 Min. (6).

24. März. Morgens 3 Uhr 32 Min. zwei sich rasch folgende Stösse von S. nach N. in Spalato. Auf Lesina unter Getöse zur selben Zeit von N. her. (K. k. Handelsministerium, Wien.)

25. März. Morgens 4 Uhr 6 Min. in Spinea di Mestre Stoss (6) und 6 Uhr 25 Min. noch einer von N. nach S.

25. März. Mehrere Erdstösse in Malaga, Granada und Antequerra.

26. März. Abends 11 Uhr 15 Min. in S. Vittorio, Materano und Umgebung ein Stoss (6).

27. März. Abends 7 Uhr 58 Min. Erdbeben in Griechenland. In Athen nur schwach, breitete es sich doch über den ganzen Peloponnes aus. In Piräus, Korinth, Missolunghi, Patras, Nauplia und auf Zante mehrere starke Stösse; am heftigsten in Argos, Kalamus und Megulopolis, wo Häuser beschädigt wurden. Das Dorf Karan oder Karna ist fast ganz zerstört. In Kalamus und Megalopolis wiederholten sich die Stösse bis zum Morgen. In Kleinasien war dasselbe Erdbeben zu Iconium und auf Kreta zu spüren.

28. März. Abends 8 Uhr 4 Min. in Acireale Stoss (3) von N. nach S.

28. März. Mehrere Erderschütterungen in Megalopolis und Kalamas.

30. März. Abends 5 Uhr in Montefortino drei Stösse (3).

April.

4. April. Morgens zwischen 4 und 5 Uhr in Telfs (Tirol) leichtes Erdbeben. (Bozner Ztg., 8. April.)

4. April. Abends 6 Uhr 48 Min. in Moncalieri ein Stoss (3) von NO.—SW.

5. und 6. April. Wiederauftreten der spanischen Erdbeben, besonders in Malaga, wobei in Velez und Antequerra wieder Häuser zerstört wurden.

Digitized by Google

6. April. Morgens 2 Uhr ein Stoss (3) in Rom.

9. April. Morgens 3 Uhr in Ferrara di M. Baldo ein Stoss (3), Abends 10 Uhr in Frascati und Avezzano einer.

10. April. Morgens 12 Uhr 20 Min. Erdbeben in Ala (Tirol).

10. April. Erdstoss im Dorf Monakam (Württemberg).

10. April. Morgens 2 Uhr 42 Min. in Frascati ein Stoss (7), 4 Uhr 44 Min. in Rom, Velletri, Rocca di Papa, M. Cassino, 2 Uhr 45 Min. in Palestrina, Subjaco, Anagni, Terracina, Gaëto, Rieti, Spoleto, in Avezzano (8).

11. April. Morgens 2 Uhr 20 Min. in Aquila ein Stoss (6) von NO. nach SW., der den im Bette liegenden Personen das Gefühl erweckte, hin und her geschaukelt zu werden; um 3 Uhr einer in Avezzano (5) und Sulmona.

11. April. Morgens während des Gottesdienstes im Dorf Monakam wieder Erdstoss; besonders auf der Empore unheimliches Schwanken und Knacken des Holzes. (Illustr. Zeitg.)

13. April. Abends 5 Uhr in Avezzano ein Stoss (5).

13. April. Grosses Erdbeben in der Schweiz. Es bestand aus einem Stoss als Vorläufer zwischen 9—10 Uhr in Neuchâtel, dem Hauptstosse 11 Uhr 43 Min. Morgens und einem Nachbeben zwischen Lausanne und Genf 3 Uhr 55 Minuten Abends. Der Hauptstoss hatte eine bedeutende Ausdehnung, indem er auf einem von folgenden Orten begrenzten Landstrich gespürt wurde, nämlich von Genf zum Thal des Joux, Neuchâtel, Sonceboz, Aarau, Schwyz, Interlaken, den Berner Alpen, Bex, Genfersee. Diese Fläche besitzt eine Länge von 220 Kilometer und eine Breite von 100 Kilometer oder einen Flächeninhalt von 20.000 Quadratkilometer. Seine Stärke war jedoch sehr verschieden, denn aus der romanischen Schweiz z. B., Waadt, Neuchâtel, Ormonts, Rhonethal, Montreux, Morges, St. Cergues, östlich der Orbe, Sonceboz liegen zahlreiche Nachrichten vor, dagegen keine aus dem Thal der Broie, dem Innern von Waadt u. s. w. Seine Intensität war umso grösser, je mehr man sich dem wahrscheinlich im oberen Simmenthal gelegenen Centrum näherte. Dort wurde auch einiger Schaden angerichtet und einzelne Felsen stürzten von den Bergen (Stärke 8). Der Stoss selbst bestand aus drei Wellenbewegungen von N.—S., an mehreren Orten mit unterirdischem Getöse.

17. April. Morgens 11 Uhr 10 Min. in Lecce ein Stoss (3) und um 1 Uhr 45 Min. Abends einer in Rocca di Papa.

Digitized by Google

18. April. Morgens 7 Uhr 57 Min. in Modena ein Stoss (6), in Parma (3) von W. nach O., in Verona (3), Marola, Parma, Bologna etc.

18. April. Morgens 10 Uhr 24 Min. Erdbeben mit unterirdischem Getöse in Pola.

19. April. Mehrere Stösse in Andalusien, besonders in Villanuova de Concepcion (Malaga), wo sich grosse Spalten im Boden bildeten und der Fluss aus seinen Ufern trat.

21. April. Abends 6 Uhr ziemlich starker Stoss zwischen dem Wiesen- und Wehrathal im südlichen Schwarzwald. Um 4 Uhr 50 Min. wurde schon in Todtnau einer gespürt. (Bad. Landesztg., 24. April.)

22. April. Morgens 6³/₄ Uhr in Gonobitz, Bezirk Cilli, zwei schwache Stösse von SO.—NW.

22. April. In Boltana (Provinz Huesca) in Spanien, nahe der französischen Grenze, starkes unterirdisches Getöse, dann entstand 1 Kilometer von der Stadt eine Kluft von 70 Meter Länge, 20 Meter Breite bei heftiger Erderschütterung und Dampf stieg daraus auf. (M. Allg. Ztg., Nr. 116.)

22. April. Bei der Eruption des Semeru Erderschütterungen in seiner Umgebung.

25. April. Seit dem Erdbeben vom 13. vernahm man im Simmenthal in der Nacht noch immer unterirdisches Getöse.

25. April. Morgens 11 Uhr 34 Min. ein 3 Sec. dauerndes Erdbeben in Station Braca (Bosnien) von N.—S., in Goroduz 11 Uhr 45 Min. von 7 Sec. (K. k. Militärtelegraph.)

Ende April Erdbeben auf der Insel Blictar.

Mai.

Anfangs Mai verschwanden plötzlich die beiden kleinen Inseln bei Krakatao.

1. Mai. Gegen 12 Uhr 30 Min. Morgens in Triest ein Stoss (3) von N.—S., um 12 Uhr 12 Min. schon einer in Spinea di Mestre, dann von 12 Uhr 15 bis 12 Uhr 30 Min. Morgens das grosse Erdbeben in Steiermark, Ober- und Niederösterreich, zu dem diese Stösse offenbar in Beziehung standen.

1. Mai. Morgens 12¹/₄ Uhr grosses Erdbeben in Steiermark u. s. w. Das Centrum war das Mürzthal und die Grenzen der betroffenen Fläche waren im Norden das Donauthal von Wien bis über Linz, im Osten Baden (Thermallinie), die Thäler der Mürz und

Digitized by Google

Mur. In Mürzsteg, Ottensheim, Leoben, Mittersdorf wurden fast alle Häuser beschädigt, in Kindberg eine Frau von einem herabstürzenden Balken getödtet und in Wartberg sind zahlreiche Häuser dem Einsturz nahe; an den meisten Orten donnerartiges Getöse. In Wien war das Erdbeben nur leicht, mehr in den Häusern, als auf den Strassen zu beobachten. Stark betroffen sind auch St. Pölten, Vöslau (12 Uhr 35), Linz (12 Uhr 19) mit Getöse 3 Secunden lang, Leoben (12 Uhr 16) Detonation mit Erdbeben von SO.—NW., Neuberg (12 Uhr 36) mit 5 Stössen und Getöse, in Friedberg in Steiermark nahe der ungarischen Grenze zwei Stösse. — Von Wiener-Neustadt gehen, wie die österreichischen Geologen festgestellt haben, strahlenförmig 3 Erdbebenlinien aus. 1. Die Thermallinie über Leobersdorf, Vöslau, Baden, dem Ostrand der Alpen bis Wien folgend; 2. eine das Streichen des Gebirges durchquerende Linie gegen NW., die sich bis nach Böhmen fortsetzt, Kamplinie; 3. eine mit Mürz und Mur bis Graz zusammenfallende Linie. Letztere war die hauptsächlich thätige, da Mürzsteg, Neuberg, Mittersdorf, Bruck am meisten litten, aber auch die beiden anderen waren thätig. Die nördlichsten Punkte waren Gänsbach in Mähren, Iglau in Mähren, der bayerische Wald, Passau, Schrems bei Waidhofen a. d. Thaya, der äusserste SO.-Punkt im Eisenburger Comitat Oberschützen. Die Ausdehnung nach Westen ging bis Grieskirchen, Haag, Gmunden. In Neuberg soll noch am 2. Morgens, stärker aber am 3. Mai 4 Uhr 30 Min. ein Stoss eingetreten sein.

2. Mai. Abends zwischen 6 Uhr 3 Min. und 9 Uhr in Torre del Greco ein Stoss (3).

3. Mai. In Kindberg Nachts 3 Erdstösse und 4¼ Morgens noch einer mit dumpfem Rollen, in Mürzthal 4 Uhr 17 von O.—W. 2 Secunden. Es sind dies die am 1. stärkst betroffenen Orte.

8. Mai. Morgens 2 Uhr 42 Min. in Corleone ein Stoss (5) von NW.—SO. mit Getöse und 6 Uhr 15 Min. noch einer.

11. Mai. Abends 8 Uhr 45 Min. in Giarre ein Stoss (5), Acireale (3).

12. Mai. Abends 9½ Uhr in Wartberg bei Graz Stoss mit starkem Getöse (Mürzthallinie).

19. Mai. Morgens 1 Uhr 30 Min. wieder in Kindberg und Wartberg ein Stoss.

Digitized by Google

24. Mai. Heftiges Erdbeben im Thal von Kaschmir. Es folgten 2 heftige Stösse um 3 Uhr Morgens auf einander und das Beben dauerte noch am 25. Mai Morgens an, wo die Baraken der Soldaten zerstört wurden. 50 Soldaten blieben todt, in der Stadt gab es 40 Todte und der Palast des Maharadscha, der des britischen Residenten wurden zerstört. In Sopor stürzte die Moschee ein und begrub 200 Personen. Die Erdbeben wiederholten sich in den nächsten Tagen heftig, so dass im Bezirk Musaserabad 2000 Menschen umgekommen sein sollen. Im Ganzen gibt man in Kaschmir den Verlust auf 3081 Todte an und die Zahl der eingestürzten Häuser auf 70.000.

27. Mai. Morgens 9¾ Uhr in Klausenburg, Dées und Banffy-Hunyad in Siebenbürgen ein Stoss von W.—O. von 3—4 Secunden.

28. Mai. Morgens 9 Uhr 10 Min. ein Stoss (3) in Benevent.

Juni.

Die Neue Freie Presse (Nr. 7466) vom 12. Juni brachte die Nachricht von einem grossen Erdbeben in Kaukasien, das demnach Ende Mai oder Anfangs Juni eingetreten sein muss; das Städtchen Sikuch, NW. von Derbent, verschwand sammt allen Häusern, die Mehrzahl der Einwohner rettete sich jedoch durch die Flucht. Auch grosse Spalten entstanden in seiner Umgebung.

1. Juni. Morgens 5 Uhr 50 Min. in Mineo ein Stoss (3) von N.—S.

3. Juni. Morgens 1 Uhr 12 Min. in Syrakus, Militello, Pelegonin, Mineo ein Stoss (5), gefolgt um 3 Uhr Morgens von einem zweiten.

5. Juni. Abends 11 Uhr 43 Min. ein Stoss (4) in Monte Cassino.

6. Juni. Die Erdbeben im Thal von Kaschmir wiederholten sich. Im NW.-Theil des Thales öffnete sich der Boden und die Dörfer Dubgaon, Jamalapor und Ovan versanken, während Strahlen heissen Wassers aufstiegen. Das Fort Gurais wurde zerstört und circa 2000 Menschen getödtet. Auch an mehreren Orten des nördlichen Indien wurde das Erdbeben gespürt.

9. Juni. Abends 9 Uhr 33 Min. in Spoleto ein Stoss (6) von NO.—SW. unter Getöse und um 11 Uhr 17 Min. und 9 Uhr 30 Min. einer (3) in Trevi.

10. Juni. Abends 11 Uhr in Rom ein Stoss (3) von SO.—NW.

Digitized by Google

12. Juni. Abends 11 Uhr 23 Min. in Bari ein Stoss (3) von SO.—NW.

16. Juni. Abends 3 Uhr 32 Min. und 4 Uhr 1 Min. in Bari je ein Stoss. In Ciro kamen zwischen 2 und 7 Uhr sechs Stösse vor.

17. Juni. Abends 11 Uhr 30 Min. in Narni ein Stoss (5), in Terni und Spoleto einer 11 Uhr 34 Min. von SO., in Rieti (6) und Morro Bentino (8).

18. Juni. Morgens 10 Uhr 50 Min. in allen Bezirken von Yorkshire zwei leichte Erdstösse. Die Bewegung ging von der Ostküste durch die Wolds und westlich bis Hendingley bei Leeds. In Knottingley und Ferrybridge eilten die Bewohner aus den Häusern und in Eadinywold wurden die Möbel gerückt.

20. Juni. Morgens 5 Uhr 16—18 Min. Erdbeben in der Westschweiz. Es bestand aus einer Reihe von Stössen. 1. Ein Vorläufer um Mitternacht und 3 Uhr Morgens schwach in Neuchâtel und Chaux de Fonds. 2. Hauptstoss 5 Uhr 16 Min., im Centrum seines Gebietes. Drei nachfolgende an späteren Tagen. Dieses Centrum lag bei Yvonaud oder zwischen Yverdon, Neuchâtel und Payerne. Möbel wurden gerückt und in Payerne sogar ein Camin herabgestürzt (6), schwächer war es bei Genf, le Brassus, Locle, Basel, Glarus, Thun, Saxon, also in der ganzen Ebene zwischen Alpen und Jura (Forel).

23. Juni. Morgens 12 Uhr 35 Min. in Montet sur Cudefrin, um 11 Uhr Morgens in St. Imier, um $2^1/_2$ Uhr Abends ein Stoss in Neuchâtel (Nachbeben).

24. Juni. Morgens 9 Uhr 20 Min. in Yverdon ein Stoss (?).

25. Juni. Abends 2 Uhr 30 Min. am Stromboli ein Stoss (5).

26. Juni. Leichter Erdstoss zu Malaga. (J. d. Débats, 23. Juni.)

27. Juni. Morgens 3 Uhr in Rom ein Stoss (3).

29. Juni. Abends 6 Uhr 50 Min. in Spinea di Mestre ein Stoss (3) von NW.—SO.

Juli.

1. Juli. Morgens 7 Uhr 13 Min. in Valdieri ein Stoss (5) mit Getöse.

1. Juli. Heftige Erdstösse im Seedistrict bei Carlisle, Grasmore, Ambleside u. s. w., begleitet von heftigem donnerartigen Getöse.

Digitized by Google

14. Juli. Morgens im östlichen und mittleren Bengalen ein Erdbeben von solcher Stärke, wie seit Langem nicht. In Calcutta schwankten und krachten die Häuser 1 Minute lang und Mörtel fiel ab und im Fluss stieg eine grosse Woge empor. In Senajgunge brach ein Fabrikschornstein zusammen und in vielen Orten wurden Menschen durch zusammenstürzende Häuser erschlagen; in Aheripare 25 Todte, in Bogura 5, in Azimgunge 11 und mehrere in Dacca.

15. Juli. In Kaschmir wieder ein Schaden verursachendes Erdbeben.

18. Juli. Abends 10 Uhr 46 Min. starkes Erdbeben von 4 Secunden in Serajewo. Es waren mehrere rasch sich folgende Stösse von N.—S. mit unterirdischem Getöse. Auch in Kiseljak, Bussacca, Travnik, Visoko, Zenica, Tarcin, Konjica, Mokra und schwächer in Tirnowa, Kalivnovit und Jajce gespürt.

22. Juli. Abends 11 Uhr 25 Min. Erbeben von 4 Secunden in Jajce und Travnik (Bosnien), ein Stoss, der in wellenförmige Bewegung von NO.—SW. überging, begleitet von dumpfem Getöse.

23. Juli. Abends 2 Uhr 25 Min. in Valdieri ein Stoss (6) von S.—N.

24. Juli. In Rungapure und Bengalen drei heftige, grosse Verheerungen anrichtende Stösse. Ein Dorf in der Nähe von Nattore (Bengalen) verschwand gänzlich.

Ende Juli mehrere Erdstösse in Smyrna.

23. Juli. Beim Ausbruch des Cotopaxi Morgens 1 Uhr Erdbeben in seiner Umgebung und bis Guayaquil.

August.

2. August. Abends 10 Uhr 23 Min. in Spinea di Mestre ein Stoss (3) von NW.—SO.

2. August. Heftiges Erdbeben in Taschkend Wernoje; in Pischpek alle Häuser beschädigt, die Ansiedelungen in Sukuluk und Belovdosk wurden zerstört, an letzterem Orte die Kirche zertrümmert und dabei viele Menschen erschlagen. Zahlreiche Spalten entstanden. Man gibt im Ganzen 50 Todte und 66 Verwundete an.

2. August. Mehrere Punkte Griechenlands wurden von Erdbeben betroffen.

14. August. Morgens 4 Uhr ein Stoss (3) in Spoleto.

16. August. Morgens 4 Uhr 32 Min. in Valdieri ein Stoss (4) von N.—S.

Digitized by Google

17. August. Morgens 12 Uhr 30 Min. in Montesinaro heftiger Stoss (6—7).

17. August. Im nördlichen Theil des Zempliner Comitats (Ungarn) Abends $7^1/_2$ Uhr ein Erdbeben von 5 Secunden. (Illustrirte Zeitung, 29. August.)

20. August. Morgens gegen $6^3/_4$ Uhr bedeutende Erderschütterungen in Stassfurth. (National-Zeitung, 23 August.)

24. August. Abends 1 Uhr 20 Min. in Mineo ein Stoss (3).

24. August. Morgens 4 Uhr 55 Min. in Spoleto ein Stoss (4) mit Getöse.

26. August. Abends nach 5 Uhr heftiges Erdbeben im Mürzthal. In Mittersdorf ging es mit unterirdischem Getöse von W.—O. und einige Gebäude erhielten Risse. In Wartberg war der Stoss kurz und heftig. Auch in Obersteier und St. Lorenzen wurde er in der Richtung des Mürzthales gespürt, Mörtel fiel herab und unterirdisches Rollen hörte man besonders im Freien; in Altenberg bei Neuberg kam er von unten und das Getöse war heftig; in Langenwang war die Bewegung nur kurz und schwach.

30. August. Abends 10 Uhr 45 Min. heftiger Erdstoss in Murau (Oesterreich) mit unterirdischem Getöse.

September.

2. September. Morgens $5^1/_4$ Uhr im Reichenauer Thal (Oesterreich) ein Erdbeben. In Hirschwang waren es 3 starke Stösse. Das Ereignis traf auch das Mürzthal, aber nur schwach, 5 Secunden lang von W.—O.

3. September. 12 Uhr 26. Min. in Banjaluka wellenförmiges Erdbeben von W.—O.

7. September. Abends Erdbeben in Constantine (Algerien).

Seit 7. September wurden wiederholt heftige Erschütterungen an der mittelländischen Küste von Kleinasien, in Salonichi, auf Chios und dem griechischen Archipel gespürt.

10. September. Morgens 3 Uhr leichtes Erdbeben in Sils (Engadin). (Meraner Zeitung.)

12. September. Morgens 3 Uhr circa in Kljuc (Bosnien) ziemlich heftiges Erdbeben von NW.—SO.

17. September. Morgens gegen 3 Uhr 20 Min. heftiges wellenförmiges Erdbeben von SW. nach NO. in ganz Bosnien, in den

Digitized by Google

Telegraphenstationen so stark, dass die Batterien-Elemente gerückt wurden. Stark auch in Visoko, Kiseljak und Travnik.

17. September. Morgens 10 Uhr 45 Min. in Neapel ein Stoss (3) und in Torre del Greco.

17. September. Morgens 10 Uhr 33 Min. leise Schwingungen und darauf ein Stoss (8) in Benevent von NO.—SW.

18. September. Abends zwischen 11 und 12 Uhr in Rom ein Stoss (3) und schon Morgens einer.

19. September. Abends 5 Uhr 42 Min. und 45 Min. in Benevent starke Stösse (6).

20. September. Morgens 1 Uhr 10 Min. heftiger Erdstoss im östlichen Steiermark, besonders in Waitz, Birkfeld, Passail, Geilsdorf mit donnerartigem Getöse.

20. September. Morgens 2 Uhr in Jajce heftiges Erdbeben, das Alles aus dem Schlafe aufweckte.

21. September. Abends schwache Erschütterungen in Graz; Vorläufer des grossen Erdbebens.

22. September. Morgens 4 Uhr bedeutendes Erdbeben in Steiermark. Sein Erschütterungskreis dehnte sich über das Mürzthal, die Seitenthäler des Semmering, das Steinfeld, die angrenzenden Theile des Leithagebirges und Wienerwaldes aus bis Wien, wo es sich besonders in den hochgelegenen NW.-Vororten bemerkbar machte. Der östlichste Punkt scheint Oedenburg gewesen zu sein. Die Richtung ging im steierischen Grenzgebirge von SO.—NW., im Steinfeld von S.—N., in Wien von O.—W. In Gloggnitz, Pottschach, Ternitz traten vier Stösse zu verschiedenen Zeiten ein, 3 Uhr 45 Min. bis 7 Uhr 45 Min. Morgens. In Wien war es 4 Uhr 50 Min., in Schottwien 3 Uhr 50 Min. mit Getöse, in Hirschwang 4 Uhr 50 Min. Rollen, darauf starker Stoss, in Vöslau 3 Uhr 55 Min. Vorbeben waren in Pottenstein 2 Uhr Morgens, in Kirchberg 3 Uhr, in Gloggnitz $3^1/_2$ Uhr; Nachbeben in Ternitz 4 Uhr 28 und 52 Min., Neunkirchen 4 Uhr 40 Min., Kirchberg 5 Uhr 10 Min., das letzte zwischen 7—8 Uhr, aber mit so verschiedenen Angaben, dass es mehrere Stösse gewesen sein müssen. Nach Westen reichte das Hauptbeben bis ins Traisenthal, Hohenburg und St. Aegidi; das Centrum war Gloggnitz, Ternitz, Potschach und im Thal bei Kirchberg am Wechsel, wo 4 Stösse erfolgten zwischen $^3/_4$4 Uhr und 4 Uhr. Von Reichenau meldete man den ersten Stoss 12 Uhr Nachts, einen heftigeren 3 Uhr 48 Min.

Digitized by Google

mit unterirdischem Rollen, dann Stösse um 4 Uhr 30 Min. und 7 Uhr 30 Min. In Gross-Pöchlarn, jenseits der Donau wurden gegen 4 Uhr von S.—N. zwei Stösse beobachtet.

23. September. Abends 6 Uhr 30 Min. Erdstoss in Reichenau, besonders in Thalhof, um 7 Uhr 35 Min. in Pottschach zwei Stösse, der stärkere mit Getöse.

23. September. Morgens 5 Uhr 40 Min. und 7 Uhr in Benevent ein Stoss (3) mit Getöse.

24. September. Morgens 8 Uhr 45 Min. anhaltendes dumpfes Getöse in Pörtschach ohne Stoss.

25. September. Morgens 8 Uhr 5 Min. in Nicolosi ein Stoss (9), aber von geringer Ausdehnung.

26. September. Morgens 12 Uhr 58 Min. Erdbeben im Canton Wallis aus 2—3 Oscillationen verschiedener Richtung, je nach dem Ort. Das Centrum lag in der Mitte von Wallis, wo der Stoss (6) heftig war. Gegen N. dehnte er sich bis Schwanden und Zweisimmen, Chateau d'Oeux und Yvorne in den waadtländischen Alpen aus, besonders in den Thälern des Avencon, der Gayonne und der Grande eau, im übrigen Waadt wurde nichts bemerkt, nur in Genf und Nidau um 12 Uhr 55 Min. Morgens (Forel).

27. September. Abends 6 Uhr 30 Min. in Cascia ein Stoss (3).

28. September. Abends 11 Uhr in Benevent ein Stoss (3).

October.

2. October. Morgens 3 Uhr 30 Min. in Nicolosi ein Stoss (3), noch schwächer in Giarre.

5. October. Morgens 2 Uhr in Cutanzaro ein Stoss (4) von 3 Sec. und um 7 Uhr am Stromboli (3).

8. October. Morgens 5 Uhr 10 Min. in Pistoja ein Stoss (3) von O.—W.

9. October. Morgens 4 Uhr wellenförmiges Erdbeben von kurzer Dauer in Gradisca und Banjaluka. (N. Fr. Pr.)

10. October. Morgens 5 Uhr 10 Min. in Pistoin ein Stoss (3) von O.—W.

13. October. In der Provinz Granada wieder ein heftiges Erdbeben.

14. October. Abends 10 Uhr 30 Min. in Narni ein Stoss (5).

Digitized by Google

15. October. Morgens 3 Uhr 55 Min. in Klagenfurt, Mariarein und in Pörtschach Erdbeben mit Donnerrollen von O.—W. (N. Fr. Pr. Nr. 7591).

15. October. Das Wasser des Vierwaldstättersee's stieg und fiel an diesem Tage in regelmässigen Zwischenräumen, bei Luzern am Nadelwehr deutlich zu sehen. Man glaubte dort, dass der Erscheinung ein Erdbeben zu Grunde liege, wahrscheinlich aber war sie ähnlich den Séchelles des Genfer Sees.

15. October. In Palagonia Morgens 4 Uhr 10 Min. ein Stoss (3) von SW.—NO.

16. October. Abends 10 Uhr 42 Min. in Tarni ein Stoss (3) von O.—W.

18. October. Abends 7 Uhr 46 Min. in Zvornik (Bosnien) ein schwacher Stoss von 3 Sec., um 9 Uhr 40 Min. ein heftigerer, 6 Uhr und 10 Uhr 50 Min. wieder zwei schwache von 2 Sec. und 4 Uhr 30 Min. ein heftiger mit dumpfem Getöse aus NW.—SO. Der Stoss um 9 Uhr 40 Min. hatte ein 4 Sec. anhaltendes Nachzittern im Gefolge. (N. Fr. Pr., 22 Oct.)

23. October. Morgens 5 Uhr 25 Min. in Corleone ein Stoss (5) von SO.—NW.

29. October. Abends 11 Uhr 40 Min. fünf Stösse in kurzen Intervallen zu Doboj (Bosnien).

30. October. Morgens 12 Uhr 40 Min. in Doboj noch zwei stärkere von Getöse begleitete Stösse.

November.

4. November. Morgens 5 Uhr unterirdisches Getöse und ein Stoss (5) in Narni.

11. November. Abends 3 Uhr 34 Min. in Acireale ein Stoss (3).

13. November. Morgens 10 Uhr 30 Min. ein Stoss (3) in Rocca di Papa und am M. Cavo.

15. November. Morgens 2 Uhr 15 Min. Erdbeben in Sion, Gryon, Ollen, derselben Gegend von Wallis, die das Centrum am 26. September war.

16. November. Morgens 12 Uhr 30 Min. auf Isola Salina bei Lipari ein Stoss (5).

19. November. In S. Francisco u. a. O. der Küste erschienen 7 Stunden lang Erdbebenwellen in Zwischenräumen von 35 Min. (Illustr. Ztg., 19. Dec.)

Digitized by Google

20. November. Morgens 5 Uhr 45 Min. Erdbeben in Gondo, am Südabhang des Simplon (Forel).

26. November. Morgens 11 Uhr 26 Min. in Pistoria ein Stoss (3).

27. November. Morgens 11 Uhr in Oppido Mamertina ein Stoss (4) von N.—S., in Carbone 11 Uhr 5 Min. ein Stoss (3) von N.—S.

December.

3. December. Gegen 8½ Uhr Abends leise Stösse mit unterirdischem Getöse in M'Sila (Algerien). Einige Secunden später erschütterte ein furchtbarer Stoss mit schrecklichem Getöse den Boden und brachte einen Theil der Häuser zum Einsturz. Alles floh, aber zahlreiche Personen waren schon unter den Trümmern begraben. Auch in Mascara, Blidah, Médéah stürzten Häuser zusammen.

4. December. Leise Erschütterungen dauerten in M'Sila fort, aber 3 Uhr und 4 Uhr Morgens ebenso heftige Stösse wie am Abend vorher.

5. December. Fortdauer der algerischen Erdbeben, besonders 4. Abends um 8 Uhr 20 Min. bis Morgens am 5. In Bourunda wurden um 8 Uhr 20 Min. am 4. bis 2 Uhr 55 Min. Morgens am 5. fünf Stösse gespürt; viele Häuser und Kirchen wurden zerstört, 4 Menschen blieben todt. In Létif fanden die drei heftigsten Stösse ebenfalls 8 Uhr 20 Min. statt und es folgten noch mehrere. Das Erdbeben war stärker im Innern des Landes, als an der Küste; in der Stadt Algier nur drei schwache Oscillationen, stark aber in der Umgebung von Mustapha, El-Biar, Bouzareh. M'Sila ist zu ⅔ zerstört und hat 32 Todte und 12 Verwundete, darunter mehrere Europäer.

6. December. Abends 1 Uhr 45 Min. und 3 Uhr 40 Min. in M'Sila und Bondj-bou-Areridji heftige Stösse.

6. December. Morgens 7 Uhr 45 Min. und 8 Uhr 10 Min. in Chiavari ein Stoss (3), 7 Uhr 50 Min. in Massa Carrara einer (3).

7. December. Abends 8 Uhr 45 Min. Erdbeben in Zepca, Zenica und Travnik von 3 Sec. (N. Fr. Pr., 9. Dec.)

8. December. In M'Sila 4 starke Stösse.

8. December. Abends 2 Uhr 15 Min. in Foggia ein Stoss (3).

11. und 12. December. Abermals mehrere heftige Stösse in M'Sila; mehrere schon beschädigte Gebäude kamen zum Einsturz. In Bou-Smada fünf Stösse ohne Schaden, dagegen in Bordji, bei Bordji-bou-Areridji mehrere Bergstürze auf die Landstrasse von M'Sila, mehrere Brücken zerstört.

Digitized by Google

13. December. Mehrere Stösse in Sétif, Areridji und M'Sila. Der Bahnhof von Chamma musste wegen Baufälligkeit verlassen werden.

14. December. Schwaches Erdbeben in Hernani (Provinz Guijuzevo), Spanien. (Phare du Littoral, 15 Dec.)

18. December. An diesem Tag soll die Stadt Amatitlan durch Erdbeben, wobei man 131 Stösse zählte, zerstört worden sein.

22. December. Erdbeben in Leruca, Zubiela und Zeila in Spanien. In Navarra dauerte es 7 Sec. lang.

26. December. Morgens 11 Uhr 26 Min. in Florenz ein Stoss (3), 11 Uhr 36 Min. in Pistoria einer (3).

26. December. Morgens 2 Uhr 50 Min. in Campobasso ein Stoss (8) von N.—S.

29. December. Abends 10 Uhr 59 Min. in Padua ein Stoss (6), 11 Uhr 26 Min. in Spinea di Mestre einer (7), 11 Uhr Venedig (7) und Belluno (6), 10 Uhr 59 Min. in Bologna einer (3), 11 Uhr 7 Min. in Triest (4) von NO.—SW.

29. December. Abends 8 Uhr 50 Min. schwaches Erdbeben in Travnik (Bosnien), 3 Sec. lang mit dumpfem Rollen aus W.—O.

30. December. Gegen 11 Uhr Abends heftiger Stoss in Trient (Tirol). In Meran 11 Uhr 5 Min. zwei Stösse von O.—W. bemerkt und darauf oscillirende Schwankungen, besonders in Obermais, desgleichen in Arco 11 Uhr 9 Min., Abbazia 11 Uhr 16 Min. von NO.—SW. In Istrien und Innsbruck 11 Uhr 5 Min. Diese Stösse standen wahrscheinlich in Verbindung mit dem italienischen Erdbeben.

30. December. Morgens 3 Uhr leichter Stoss in Neapel, ein heftiger in Bajano. Gegen 12 Uhr Mittags ein heftiger Stoss in S. Mauro Forti und nach 3 Min. von einer wellenförmigen Bewegung unter Getöse und von einem schwächeren Stoss gefolgt, Abends 11 Uhr ein heftiger in Venedig und dieser könnte der in Istrien und Tirol beobachtete sein.

31. December. Morgens 4 Uhr 15 Min. starkes Beben in Domanovir (Bosnien). (N. Fr. Pr.)

Die Zahl der in voranstehender Zusammenstellung enthaltenen Erdbeben, die noch vor deren Abschluss aufgenommen werden konnten, beträgt 230. Sie vertheilen sich in folgender Weise auf die Jahreszeiten:

Digitized by Google

Winter: 90.

(December 20, Januar 40, Februar 30.)

Frühling: 61.

(März 27, April 23, Mai 11.)

Sommer: 40.

(Juni 18, Juli 10, August 12.)

Herbst: 39.

(September 15, October 14, November 10.)

An folgenden Tagen ereigneten sich Erdbeben an verschiedenen Orten:

1. Januar. Andalusien, Velletri.
5. Januar. Saluzzo, Malaga.
6. Januar. Granada, Marseille, Maryland.
7. Januar. Andalusien, Toblach, Miero.
12. Januar. Andalusien, Irkutsk, Velletri.
27. Januar. Valparaiso, Kärnten, Cambodscha.
31. Januar. Algerien, Rom, Toblach.
1. Februar. Graz, Schwarzwald, Calvados.
16. Februar. Rumänien, Chambery, Schwarzwald, Andalusien.
23. März. Athen, Monte Cassino.
4. April. Telfs, Moncalieri.
10. April. Tirol, Spoleto, Schwarzwald.
13. April. Avezzano, Schweiz, Java.
22. April. Gonobitz, Spanien.
25. April. Simmenthal, Bosnien.
1. Juli. Valdieri, England.
24. Juli. Sicilien, Bengalen.
2. August. Italien, Taschkend, Griechenland.
17. August. Ungarn, Italien.
17. September. Bosnien, Neapel.
23. September. Reichenau, Benevent.
26. September. Nicolosi, Wallis.
15. October. Palagonia, Klagenfurt.
6. December. Chiavari, Algerien.
8. December. Italien, Algerien.
29. December. Italien, Bosnien.

Digitized by Google

Das bedeutendste Erdbeben des Jahres war das in Andalusien, welches schon 1884 seine grösste Kraft entfaltete und deshalb im vorhergehenden Bericht beschrieben ist, das sich mit seinen zerstörenden Wirkungen jedoch weit in das Jahr 1885 fortsetzte.

Nach diesem darf wohl das Erdbeben im Innern Algeriens als das stärkste angesehen werden, welches am 3. December in einer bisher nie darauf beobachteten Gegend eintrat, viel Schaden verursachte und zahlreiche Menschenleben kostete.

Auch das am 24. Mai beginnende Erdbeben in Kaschmir kostete Tausenden das Leben und richtete grosse Verwüstungen an. Es wiederholte sich mehrmals mit ähnlichen Folgen.

Nachträge.

Im Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1885, I, S. 284 ereifert sich Herr Ingenieur D. M. Verbeek über diese Berichte, weil im Jahrgang 1883 derselben die Ereignisse von Krakatao nach, später als übertrieben sich erweisenden Darstellungen mitgetheilt sind. Herr Verbeek musste aber wohl wissen, dass zur Zeit der Abfassung der Berichte keine anderen Nachrichten als die einiger Capitäne und englischer Zeitungen vorlagen und darum die Ereignisse in allen wissenschaftlichen Vereinen in dem gleichen Sinne damals besprochen wurden. Diese Nachträge sind dazu da, um Ergänzungen und Berichtigungen der, sehr häufig unrichtigen ersten Angaben aufzunehmen und hätte Herr Verbeek im Jahre 1885 diese Nachträge von 1884 angesehen, statt den Bericht von 1883 allein, so würde er einen Auszug seiner eigenen Untersuchungen als Berichtigung vorgefunden haben. Ohne also den Inhalt dieser Jahresberichte zu kennen, hat er eine in wenig ziemlichen Ausdrücken abgefasste Kritik publicirt, gegen welches Verfahren ich protestire und die Redaction des Jahrb. f. Min. u. s. w., welche diese kritiklose Kritik aufgenommen hat, bitte, davon Notiz zu nehmen.

Nachträge von 1883.

Juli.

1. Juli. Abends 6 Uhr 30 Min. in Cascia ein Stoss (3).

3. Juli. Morgens 11 Uhr 15 Min. in Cascia ein Stoss (3).

4. Juli. Morgens gegen 2 Uhr 15 Min. Cantalupo nel Sannio ein Stoss (6) von W.—O. und 6 Uhr 15 Min. einer (3) in Cascia.

Digitized by Google

7. Juli. Mittags 12 Uhr in Cascia ein Stoss (3).

9. Juli. Mehrere Stösse in Cascia; ebenso am 10., 11. und 12. Juli.

12. Juli. Abends 3 Uhr 30 Min. in Nicolosi ein Stoss (4).

22. Juli. Morgens 6 Uhr in Ferrara di Monte Baldo ein Stoss (3).

22. Juli. Abends 5 Uhr 16 Min. ein Stoss (6) in Monculieri von N.—S. In Casamicciola um dieselbe Zeit ein Stoss (3).

23. Juli. Abends 8 Uhr in Casamicciola ein Stoss (3).

24. Juli. Morgens 8 Uhr 30 Min. in Casamicciola ein Stoss (3).

25. Juli. Morgens 6 Uhr in Ferrara di Monte Baldo ein Stoss (3).

25. Juli. Nachts 10 Uhr 50 Min. in Cosenza ein Stoss (7) und in Tirioli einer (5) von SO.—NW.

25. Juli. Morgens 11 Uhr 4 Min. ein Stoss (3) in Acireale.

August.

3. August. Das schon mitgetheilte Erdbeben war in Casamicciola sehr stark (9), ebenso in Forio, Ischia u. s. w.

4. August. Zahlreiche Stösse in Casamicciola, der stärkste (6) Abends 9 Uhr 45 Min.

7. August. Morgens 4 Uhr in Aquila und Rimini ein Stoss (3).

8. August. Morgens 10 Uhr 40 Min. in Casamicciola ein Stoss (3) und Geräusch im Monte Rotaro.

9. August. Morgens 10 Uhr in Salerno ein Stoss (6).

11. August. Morgens 3 Uhr 30 Min. in Ischia ein Stoss (3).

12. August. Morgens 6 Uhr 30 Min. in Casamicciola und Sasso ein Stoss (8), in Ischia (3), 6 Uhr 45 Min. in Casamicciola (6) mit starkem Getöse.

15. August. Morgens 1 Uhr in Casamicciola ein Stoss (5), später mehrere schwächere.

17. August. Morgens 3 Uhr und 3 Uhr 15 Min. in Cascia Stösse (3), Morgens 6 Uhr 10 Min. ein Stoss in Siena (5).

18. August. Abends 7 Uhr 25 Min. in Magagnano (M. Baldo) drei Stösse (3), 8 Uhr 17 Min. in Montefortino einer (3).

21. August. In Giarre in kurzen Zwischenräumen drei Stösse (3).

23. August. Morgens 3 Uhr 10 Min. in Rocca di Papa ein Stoss (5) von NW.—SO., Abends 9 Uhr 45 Min. ein schwacher.

Digitized by Google

26. August. Abends 6 Uhr 30 Min. in Monte Cavo ein Stoss (3) von O.—W.

27. August. Abends 7 Uhr 30 Min. unter heftigem Getöse in Trevi ein Stoss (3).

30. August. Morgens 1 Uhr in Montone (Perugia) ein Stoss (5).

September.

1. September. Morgens 7 Uhr 45 Min. ein Stoss (3) in Cascia.

3. September. Abends 10 Uhr 30 Min. in Montefortino ein Stoss (4).

4. September. Morgens 8 Uhr in Montefortino ein Stoss (4).

4. September. Abends 10 Uhr 20 Min. in Ferrara, Fontana, Barano, Forio ein Stoss (6).

5. September. Morgens 3 Uhr 59 Min. in Florenz ein Stoss (5) von NO.—SW.

9. September. Morgens 12 Uhr 30 Min. in Rocca di Papa ein Stoss (3).

10. September. Morgens 2 Uhr in Casamicciola ein Stoss (6).

17. September. Gegen 5 Uhr Morgens in Cantalupo nel Sannio ein Stoss (3), 10 Uhr noch einer.

21. September. Morgens 3 Uhr 30 Min. in Marcerata ein Stoss (5) mit Getöse.

24. September. Abends 8 Uhr und am 25. Morgens 1 Uhr 30 Min. in Nicolosi Stösse (3).

25. September. Zahlreiche Stösse (3) in Cascia.

26. September. Morgens 1 Uhr in Lipari ein Stoss (3).

26. September. Abends 8 Uhr 29 Min. in Domegliara, Cola etc. ein Stoss (7), in Verona einer (3).

27. September. Abends 10 Uhr 45 Min. in Cascia ein Stoss (5).

30. September. Morgens 10 Uhr 30 Min. in Arricia ein Stoss (3), 11 Uhr 35 Min. in Paluzzuolo einer (3), Abends 10 Uhr 30 Min. in Rocca di Papa einer (3).

October.

5. October. Abends 3 Uhr 4 Min. in Rom ein Stoss (5) und 4 Uhr 25 Min. einer (3).

7. October. Morgens 5 Uhr 45 Min. in Nicolosi ein heftiger Stoss (8).

Digitized by Google

10. October. Abends 6 Uhr 10 Min. in Trevi ein Stoss (3).

12. October. Morgens 12 Uhr 48 Min. in Siena ein Stoss (3).

16. October. Morgens 5 Uhr 30 Min. in Cascia ein Stoss (3).

22. October. Morgens 3 Uhr 30 Min. in Belluno ein Stoss (5) von O.—W., 4 Uhr 15 Min. nochmals einer (3).

27. October. Morgens 4 Uhr in Cascia ein Stoss (3) und in S. Agata und Feltri von NO.—SW.

November.

4. November. Abends 12 Uhr 45 Min. in Acireale ein Stoss (3).

8. November. Morgens 3 Uhr 45 Min. in Campanna zwei Stösse (6), Pistoia zwei (3), Guzzano zwei (3 und 5), Cascia einer (3).

10. November. Morgens 8 Uhr 10 und 20 Min. in Cascia Stösse (3).

12. November. Abends 6 Uhr in Nicolosi ein Stoss (3).

15. November. Morgens 11 Uhr 15 Min. am Monte Baldo ein Stoss (3).

18. November. Morgens 10 Uhr 17 Min. in Avellino zwei Stösse (5), Potenza einer (3) und ein zweiter (5), um 10 Uhr 30 Min. in Rom ein Stoss (3), Viggiano (5), Melfi (3), Foggia (5).

25. November. Abends 2 Uhr 11 Min. in Florenz ein Stoss (3) von NW.—SO., in Siena, Colle (7) mit Getöse.

26. November. Abends 7 Uhr 30 Min. in Siena ein Stoss (3).

27. November. Abends 7 Uhr 40 Min. in Siena ein Stoss (3).

December.

1. December. Abends 5 Uhr in Siena ein Stoss (3), um 7 Uhr 45 Min. einer (5) und um 8 Uhr 10 Min. und 9 Uhr Stösse (3).

2. December. Abends 12 Uhr 12 Min. in Siena ein Stoss (3).

2. December. Abends 6 Uhr 50 Min. in Ampezzo (Tirol) ein Stoss (3).

3. December. Abends 11 Uhr 20 Min. in Siena ein Stoss (3).

5. December. Morgens 3 Uhr 49 Min. und 10 Uhr 12 Min. in Ornavasso Stösse (3).

8. December. Abends 11 Uhr 4 Min. in Piacenza ein Stoss (3) von SW.—NO.

13. December. Abends 2 Uhr 30 Min. in Ascoli Sutriano ein Stoss (7).

Digitized by Google

14. December. Morgens 4 Uhr in S. Agata Feltria ein Stoss (7).

18. December. Abends 5 Uhr 10 Min. und 5 Uhr 26 Min. in Montefortino ein Stoss (3), Termo (3) und 5 Uhr 30 und 6 Uhr 30 Min. in Magliano ein Stoss (5).

20. December. Morgens 1 Uhr 20 Min. in Nicolosi ein Stoss (5).

21. December. Morgens 5 Uhr 37 Min. in Montecassino ein Stoss (3).

23. December. Morgens 3 Uhr 45 Min. in Frascati ein Stoss (3).

26. December. Abends 7 Uhr 58 Min. in Acireale ein Stoss (3).

30. December. Gegen 1 Uhr Abends in Forli ein Stoss (3).

Nachträge.

1884.

3. Januar. Abends 8 Uhr 40 Min. leichter Erdstoss zu Portland (Oregon) von 2 Sec. aus SW.—NO.

4. Januar. Morgens 11 Uhr 56 Min. leichter Stoss zu Los Angeles (Cal.).

14. Januar. Kurz nach 7 Uhr 30 Min. Morgens fiel zu Montevideo (Uruguay) die See 3 Meter und sogleich kam von SW. her eine Welle, die sich 1·5 Meter über den höchsten Stand erhob. Das Ereigniss wurde an der gegenüber liegenden Küste, bei Buenos Ayres nicht bemerkt.

18. Januar. Morgens 2 Uhr zu Contoocook (N. H.) und Umgebung ein Stoss.

18. Januar. Gegen 8 Uhr Morgens zwei schwache Stösse an der Küste von North-Carolina. Nachrichten darüber liegen aus Wilmington, New River Inlet, Fort Macon und Beaufor vor.

25. Januar. Abends 7 Uhr 24 Min. Erdbebenwoge an der Küste bei S. Francisco.

27. Januar. Abends 11 Uhr 30 Min. schwacher Stoss in Humboldt County, Cal. Es waren zwei durch 5 Min. getrennte Stösse mit unterirdischem Rollen, besonders in Eureka, Hydesville und Cap Mendocino.

29. Januar. Zu Rothesay, 9 Meilen von St. Johns (N. B.), Erdbeben.

Digitized by Google

Februar.

2. Februar. Morgens 4 Uhr Stoss in Venufro (4).

4. Februar. Vom 1. bis 4. stiess der Aetna Rauch und etwas Asche aus.

4. Februar. Abends 3 Uhr in Paterno ein Stoss (5) und in Teramo einer (4).

5. Februar. Morgens 5 Uhr in Veio ein Stoss (8).

7. Februar. Morgens 12 Uhr 30 Min. in Aricia ein Stoss von NO.—SO. und in Rocca di Papa einer (3), auch in Albano und Genzzano.

11. Februar. Morgens 3 Uhr in Aquila ein Stoss (3).

13. Februar. Abends 2 Uhr 28 Min. in Potenza ein Stoss (7) von W.—O., um 4 Uhr 27 Min. einer in Demonte (3).

15. Februar. Morgens gegen 6 Uhr schwacher Stoss zu Caledonia (Miss) (?).

16. Februar. Morgens 9 Uhr Erdbeben zu Point des Monts (Quebek).

17. Februar. Morgens 5 Uhr 30 und 10 Uhr 30 Min. Stösse in Rocca di Papa.

20. Februar. Abends 10 Uhr in Lorenzona ein Stoss (6).

25. Februar. Morgens 2 Uhr 14 Min. ein Stoss (3 in Narni.

März.

2. März. Morgens 10 Uhr 20 Minuten ein Stoss in Orchilla-Habor an dem caraïbischen See.

2. März. Abends 3 Uhr 30 Min. in Casamicciola ein schwacher Stoss, der nur in der Nähe der Quelle Gurgitello gespürt wurde.

3. März. Abends 3 Uhr 30 Min. in Potenza ein Stoss (7).

5. März. Morgens 4 Uhr in Treviso ein Stoss (3).

12. März. Morgens 1 Uhr in Campagnano auf Ischia ein Stoss (8).

15. März. Morgens 3 Uhr 7 Min. ein sehr schwacher Stoss in S. Francisco, Cal.

17. März. Abends 2 Uhr schwacher Stoss zu North Platte (Nebraska).

18. März. Abends zwischen 1 Uhr 30 und 45 Min. ein Erdbeben im SW. von Neufoundland, das sich von St. Johns gegen NW. bis Triscity, etwa 65 Meilen weit erstreckte und besonders in Her ts

Digitized by Google

Content, Habor Grace, Roberts, Brigus Bay und Holyrood in der Richtung von N.—S. beobachtet wurde.

18. März. Morgens 8 Uhr 12 Min. in Palmi ein Stoss (5).

22. März. Morgens gegen 3 Uhr Getöse und Stoss in Alvito und Montecassino.

24. März. Morgens 1 Uhr 50 Min. in Tione ein Stoss (5).

25. März. Morgens 9 Uhr 40 Min. in Demetrio nei Vertini ein Stoss (6) von N.—S. mit Getöse, in Macerata einer (3).

25. März. Abends 4 Uhr starkes Erdbeben in S. Francisco, Cal., und Umgebung und gefolgt von einem zweiten um 5 Uhr 7 Min. Es wurde längs der Küste von Petaluma nach St. Cruz auf etwa 100 Meilen gespürt. Der erste Stoss dauerte 5, der zweite 2 Sec. Am stärksten war es in Oakland und Berkeley an der Ostseite der Bucht.

28. März. Abends 2 Uhr 7 Min. in Serrara-Fontana (Ischia) ein Stoss (7) mit Getöse, in Ciglio, Panza, Forio und dem oberen Casamicciola einer (3.)

31. März. Morgens 5 Uhr schwacher Stoss in Milledgeville, Georgia.

April.

1. April. Morgens 8 Uhr 15 Min. in Magliano und Marsi ein Stoss (4).

2. April. Abends 4 Uhr, 5 Uhr, 7 Uhr 45 Min. in Siena Stösse (3).

3. April. Abends 8 Uhr in Siena ein Stoss (3).

4. April. Abends 5 Uhr 27 und 9 Uhr 45 Min in Siena und Castellina ein Stoss (3).

6. April. Morgens 12 Uhr 22 und 50 Min. in Siena und Castellina ein Stoss (3).

8. April. Abends 5 Uhr 45 Min. in Perugia ein Stoss (3).

9. April. Morgens 12 Uhr 20 Min. in Siena und Castellina ein Stoss (3), 1 Uhr 16 Min. in Ascoli-Piceno (7), 1 Uhr 20 Min. in Aquila, 5 Uhr in Siena, 7 Uhr 35 Min. in Arezzo, 45 Min. in Pesaro, Urbino, Mucorata und Camerino.

10. April. Morgens 9 Uhr 52 Min. in Belpassa ein Stoss (3).

11. April. Morgens 9 Uhr 8 Min. ein Stoss (7) von NO.—SW. mit Getöse in Alassio (Riviera).

Digitized by Google

17. April. Abends 9 Uhr 10 Min. schwacher Stoss in Oakland, Cal., unter Getöse von NW.—SO.

20. April. Morgens 11 Uhr 30 Min. schwacher Stoss in Oakland, Cal., von NW.—SO.

21. April. Morgens 9 Uhr wurde der Schooner „M. A. Nutter" unter 21° 6′ nördlicher Breite und 61° 4′ westlicher Länge von einem Seebeben betroffen. Die Stelle liegt im NO. von Sombrero im tiefen Wasser.

Mai.

4. Mai. Abends 8 Uhr 57 Min. in Pulmini ein Stoss (3), 9 Uhr 13 Min. in Tirioli zwei Stösse (4) und in Monteleone ein Stoss (8) von NW.

9. Mai. Morgens 2 Uhr 20 Min. in Spello ein Stoss (3) von O.—W., Abends 7 Uhr in Trevi einer (7) mit Getöse.

10. Mai. Morgens 9 Uhr 50 Min. in Corleone ein Stoss (3), in Paola (4) von NW.

11. Mai. Morgens 11 Uhr 30 Min. in Spoleto ein Stoss (5) von SO., und in Trevi einer (3).

20. Mai. Abends 7 Uhr 17 Min. in Bossico ein Stoss (5).

21. Mai. Morgens 5 Uhr 20 Min. in Perugia ein Stoss (3).

22. Mai. Morgens 10 Uhr 6 Min. in Montecassino ein Stoss (3).

23. bis 25. Mai. Stösse in Montecassino, am 24. Abends 11 Uhr 20 Min. ein Stoss (5).

25. Mai. Morgens 3 Uhr in Montecassino ein Stoss (3).

Juni.

5. Juni. In Alassio ein Stoss (3).

6. Juni. Morgens 1 Uhr in Red Bluff, Cal., zwei starke Stösse von O.—W.

12. Juni. Morgens 8 Uhr 43 Min. starkes Seebeben durch Capitän C. F. Svan auf Schiff „City of Broklyn" über 40° 24′ nördlicher Breite, 125° 50′ westlicher Länge, etwa 75 Meilen von Cap Mendocino gespürt (Rockwood).

16. Juni. Morgens 10 Uhr 48 Min. Erdstoss zu Los Angeles, Cal., von N.—S. in 2 Sec.

18. Juni. Abends 3 Uhr 45 Min. in Valdjeri ein Stoss (3) und 11 Uhr 55 Min. Abends einer (6) in Piacenza.

Digitized by Google

Juli.

3. Juli. Abends 4 Uhr 50 Min. in Orvieto ein Stoss (4).

12. und 13. Juli in Mineo unterirdisches Getöse, während der Aetna Dampf und Asche ausstiess.

13. Juli. Abends 4 Uhr 50 Min. in Orvieto ein Stoss (4) von O.—W.

15. Juli. Früh Morgens ein sehr schwacher Stoss in S. Francisco (Cal.).

15. Juli. Morgens 8 Uhr 40 Min. Rocca di Papa ein Stoss (3).

20. Juli. Morgens 1 Uhr in Verona ein Stoss (3).

20. Juli. Abends 7 Uhr in Longarone ein Stoss (5) mit Getöse.

Der Aetna stiess seit 2. Juli viel Dampf und Asche aus, in Acireale spürte man leise Erschütterungen.

21. Juli. Morgens 8 Uhr 30 Min. in Casamicciola ein Stoss (3).

23. Juli. Abends 12 Uhr 30 Min. in Casamicciola, Punza, Fontana u. s. w. ein Stoss (3).

24. Juli. Morgens 7 Uhr 25 Min. in Longarone ein Stoss (4) mit Getöse.

26. Juli. Abends 2 Uhr 15 Min. in Acireale ein Stoss (3) bei lebhafter Aetnathätigkeit.

August.

4. August. Gegen 1 Uhr Morgens 3 sehr schwache Stösse zu St. Barbara (Cal.).

7. August. Morgens 1 Uhr in Albano und Rocca di Papa ein Stoss (3), dem 3 Uhr 15 Min. in Albano, Genzzano, Arricia (6) und 3 Uhr 25 Min. einer in Albano (5) folgte.

8. August. Gegen 11 Uhr Abends schwacher Stoss zu Tulkernuk bei Nuntucket, Mass. (Durch Professor E. Morse mitgetheilt.)

9. August. An denselben Orten des Albanergebirges wie am 7. Erdstösse.

10. August. Morgens 8 Uhr in Albano ein Stoss (5).

10. August. Gegen 2 Uhr Abends starkes Erdbeben in New-England und den mittleren Staaten, die grösste Fläche, auf der das Ereignis gespürt wurde, geht von der Küste von Portsmouth, N. H., nach Burlington, Vt., Baltimore, Md., gegen Atlantic City, N. Y., einen Raum von 70.000 Quadratmeilen umschliessend. Das Centrum lag

Digitized by Google

nahe der Stadt New-York, der stärkst betroffene Punkt war im NO., New-Yersey.

15. August. In Camerino zwei Stösse, in Visso mehrere (9), Norcia (5) und 8 Uhr 30 Min. in Cascia 4 Stösse mit Getöse, in Fermo, Foligno, Perugia einer (4) und um 9 Uhr einer in Triponzo (5).

19. August. Morgens 12 Uhr 15 Min. in Albano ein Stoss (4), um 7 Uhr in Cosenza (3), Rossno (5).

20. August. Morgens 2 Uhr 10 Min. in Montefortino ein Stoss (4).

24. August. Gegen 7 Uhr 45 Min. Abends Erdbeben mit unterirdischem Rollen in Knoxville, Tenn., und Umgebung, das Fenster klirren machte. (Rockwood.)

26. August. Morgens 7 Uhr 25 Min. in Bari ein Stoss (3).

27. August. Abends 9 Uhr 45 Min. in Ampezzo (Tirol) ein Stoss (3).

30. August. Morgens 1 Uhr 15 Min. in Macerata und Camerino ein Stoss (3).

September.

10. September. Erdbeben zu Lima.

12. September. Morgens 8 Uhr 38 Min. ein Stoss in Ornavazzo und Pantaglio (6) mit Getöse, auch in Brescia, Mailand und Verona beobachtet.

19. September. Gegen 2 Uhr 14 Min. Abends Erdbeben in Ohio und Indiania und Theilen der angrenzenden Staaten. Der erschütterte Raum hatte folgende Städte zur Grenze: Louisville, Ky, Parkersburg und Wheeling, W. Va., London, Ont., Bay City und Grand Rapids, Mich., Lafayette, Ind. und einen Durchmesser von fast 400 Meilen. Das Centrum etwas östlich von Lima, Ohio. An vielen Orten konnte man drei Erschütterungen unterscheiden. (Rockwood.)

21. September. Zwischen 10 und 11 Uhr Abends schwacher Stoss in New-Tacoma, Wash. Terr. (Rockwood.)

26. September. Gegen 10 Uhr 53 Min. schwacher Stoss zu Fort Yuma, Arizona in 2 Secunden aus N.—S.

30. September. Getöse und dann Erdstoss in Ampezzo.

Digitized by Google

October.

1. October. Gegen 2 Uhr 32 Min. Abends zwei Stösse in Rivas, Nicaragua, und ein heftiger um 8 Uhr in S. Juan del Sur zwischen dem See von Nicaragua und dem Pacifique.

6. October. Abends 5 Uhr in Navi ein Stoss (3).

10. October. Früh Morgens schwacher Stoss zu Roxbury und West. Newton, Mass.

19. October. Abends 5 Uhr 11 Min. in Acireale ein Stoss (3).

22. October. Abends 7 Uhr schwacher Stoss in Los Angelos, Cal.

24. October. Morgens 9 Uhr in Castellina di Chianti ein Stoss (3) und Abends 3 Uhr noch einer.

24. October. Morgens 12 Uhr 15 Min. schwacher Stoss in Hungtindon, Quebek.

November.

1. November. Abends 10 Uhr in Rimini ein Stoss (3).

4. November. Das Schiff „Occidental" spürte um 8 Uhr Abends, 150 Meilen von Cap Mendocino, Cal., drei Seebeben.

5. November. Ein zerstörendes Erdbeben auf dem Isthmus von Panama, wobei Aquada und Pacoria schwer litten, Kirchen und öffentliche Gebäude zerstört wurden.

6. November. Nachts zum 6. trat zu Cali und anderen Städten der Südstaaten von Columbien ein Erdbeben ein. Die Kirche S. Pedro von Cali wurde beschädigt.

9. November. Gegen 2 Uhr Morgens heftiges Erdbeben zu Fort Bridger, Wyoming, Salt Lake City, Utah und Paris (Idaho). An letzterem Orte sechs Stösse zwischen 2 und 4 Uhr.

12. November. Gegen 9 Uhr 50 Min. Abends schwaches Erdbeben im südlichen New-Hampshire, besonders in Concord, Hopkinton, Bradfort (Merrimac Co.), Hillsborough und Antrim gespürt.

12. November. Der selbstregistrirende Apparat zu Sancelito, Cal., zeigte eine Reihe von Wogen an, die wohl Erdbebenwogen waren. Sie fingen 8 Uhr Morgens an und dauerten bis 4 Uhr, erreichten aber nur 3 Zoll Höhe.

16. November. Morgens 4 Uhr 12 Min. in S. Agata und Foltria ein Stoss (3).

Digitized by Google

17. November. Morgens 2 Uhr 9 Min. ein Stoss (6) in Pontebba.

19. November. Morgens 11 Uhr in Melcesine ein Stoss (6).

21. November. Abends trat zu beiden Seiten des Lorenzstromes, zwischen St. Flavie (Kamoceraska Co.) und Gaspe, auf einer Entfernung von 250 Meilen, ein schwaches Erdbeben ein.

22. November. Zerstörendes Erdbeben zu Lima und Umgebung von SW.—NO.

22. November. Abends 2 Uhr in Monte Fortino d'Ascoli ein Stoss (3).

23. November. Morgens 12 Uhr 30 Min. heftiges Erdbeben in New-Hampshire, dem östlichen Massachusetts und Connecticut. In Concord, N. H., folgte ein schwacher Stoss nach 16 Min. unter Getöse, ein stärkerer von W.—O. Gespürt wurde es auch in Plymouth (Grafton Co.), N. H., New-Ipswich und Cliftondale (Essex Co.), Cambridge und Holden (Worcester Co.), Mass., Hartford und Mansfield, Conn. An letzterem Ort waren es sieben bis acht rasch sich folgende Stösse.

29. November. Gegen 11 Uhr Abends ein leichter Stoss im westlichen Tennesee, von Momphis, Covington und Dyerburg berichtet. Er ging von W.—O. und dauerte 5—6 Secunden mit Getöse.

December.

2. December. Morgens 10 Uhr 35 Min. in Verona ein Stoss (4).

4. December. Abends 4 Uhr 3 Min. in Corleone ein Stoss (6) mit Getöse, Abends 6 Uhr 15 Min. einer in Mineo (3) und Riposto (5).

17. December. Gegen 2 Uhr Morgens schwacher Stoss zu Laconia und Centor Harbor (Belknap Co.), N. H.

20. December. Morgens 1 Uhr 30 Min. in Lavello (Basilikata) ein Stoss (5).

22. December. Morgens 2 Uhr 30 Min. auf Terceira (Azoren) heftiger Stoss von O.—W. (Compt. rend., 1885, Nr. 3, S. 193.)

26. December. Abends 1 Uhr 3 Min. in Acireale ein Stoss (3).

27. December. Morgens 8 Uhr 11 Min. in Magungnano ein Stoss (3).

29. December. Morgens 2 Uhr 30 Min. in Acireale ein Stoss (3).

Digitized by Google

Dem früher schon oft citirten trefflichen Werke des Herrn Ingenieurs Verbeek, welches die ersten zuverlässlichen Nachrichten über Krakatao brachte, entnehmen wir noch Weiteres. Der Ausbruch am 20. Mai 1883 wurde von der Corvette „Elisabeth“ beobachtet; der Schluss trat Ende August ein. Das Eruptionsmaterial liegt nahe dem Kegel 60 Meter dick und wurde bis zu 50 Kilometer emporgeschleudert. Der versunkene Theil vom Pik muss mindestens 7 Kilometer Durchmesser gehabt haben und dazu kommt noch die im Meere eingetretene Senkung. Gleichzeitig mit Krakatao waren thätig der G. Apir auf einer der Sangir-Inseln, der Merapi auf Java und der Merapi auf Sumatra. Die erste grosse Woge folgte auf den Einsturz des Pic (10 Uhr), (die grösste Explosion war 10 Uhr 2 Min.) und gelangte in 12 Stunden bis Aden und erreichte auch S. Francisco, Alaska und die Westküste von Frankreich.

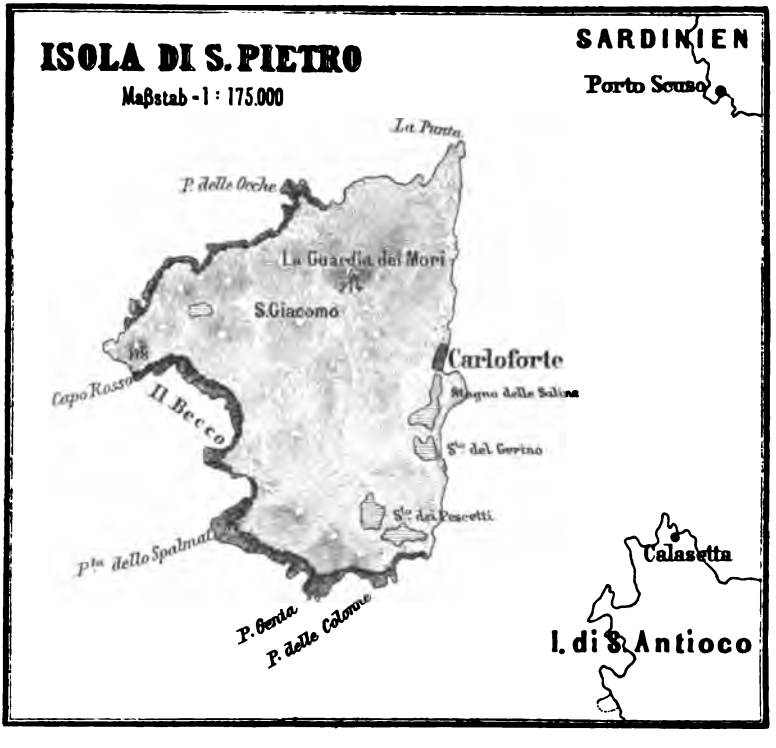
Digitized by Google

III. Ueber einige trachytische Gesteine von der Insel San Pietro.

Von **Franz Eigel.**

Mit einer Karte.

Die Insel San Pietro, an der SW. Küste Sardiniens gelegen, besteht aus einem Massiv, welches eine Hochebene darstellt, aus der sich mehrere Berge erheben. Das Hauptgebirge geht von der Nordostspitze, La Punta genannt, gegen das Capo rosso und die



Punta dello Spalmatore zu. Es sind dies aber weniger zusammenhängende Berge, als vielmehr einzelne parallele Hügelzüge und Kegelberge. Die höchste kegelförmige Erhebung, auf der nördlichen Hälfte der Insel gelegen, trägt den Namen La Guardia dei Mori.

Digitized by Google

Sie erreicht die Höhe von 214 Metern und ist mit einem alten Wachtthurme versehen, der früher als Beobachtungsthurm gegen die Seeräuber diente. Ihr zunächst ist der Berg San Giacomo. Ein zweiter Parallelzug, etwas weniger hoch, zieht sich zwischen diesem Gebirge und der Ostküste gegen das Capo dello Spalmatore zu, ohne sich jedoch bis dahin zu erstrecken. Der südliche Theil der Insel ist mehr eben und hat nur Berge von geringerer Erhebung, so beim Stagno dei Pescetti. Die westlichste Spitze, das Capo rosso, trägt wieder eine Erhebung von 118 Metern, die mit der Guardia dei Mori durch niedrige Hügel im Zusammenhang steht.

Die Insel besteht zum grössten Theil aus röthlichem, feinkörnigem, tuffähnlichem, trachytischem Gestein, welches vielleicht die älteste Bildung ist. Ausser diesem kommen wirkliche Tuffe und Tuffbreccien mit Bimstein und porösen Trachyteinschlüssen vor, namentlich im südlichen Theil der Insel. Sie werden durchbrochen von den vorhererwähnten Hügeln, die zum Theil aus hartem, blaugrauem Rhyolith bestehen, den man am Stagno dei Pescetti sehr gut beobachten kann, zum Theil aber aus röthlichem, porösem Rhyolith. Dicht hinter Carloforte steht ein mehr schlackiger Rhyolith an, während auf den Hügeln, westlich vom Stagno delle Saline, ein blaugrauer, sanidinreicher Quarztrachyt auftritt. Alle diese trachytischen Gesteine sind Durchbrüche durch den früher erwähnten röthlichen Rhyolith. Von Carloforte gegen Nordwesten finden wir wieder Breccien und tuffähnliche Gesteine. Ein trachytischer Gang zieht sich von der Guardia dei Mori gegen die Punta hin. Dort finden wir auch perlitische Gesteine. Die Perlitbreccie bildet an der nördlichsten Küste, an der Punta delle Occhе, den untersten Theil der Insel. Sie findet sich auch am Capo rosso, wo sie eine eigenthümlich perlitisch-trachytische Structur besitzt. Auch dort kommt ein harter, blaugrauer und ein röthlicher, dichter Trachyt vor, der die Trachytbreccie bedeckt, wie dies am Meere bei Il Becco zu sehen ist. Von Becco nach Carloforte findet man wiederum die allseitig verbreiteten grauen und röthlichen Trachyte, stellenweise mit Einschlüssen von Obsidian. Dieser tritt auch an vielen Punkten zu Spalmatore und Carloforte auf, jedoch niemals als Gestein, sondern stets nur als Einschluss. An der Punta Genia trifft man einen eigenthümlichen domitähnlichen, blassgelben Trachyt, der sich bis zur Punta delle Colonne erstreckt. Von dem Stagno dei Pescetti gegen Nordosten findet man wieder

Digitized by Google

röthlichen Rhyolith. Solcher findet sich auch dieser Insel gegenüber auf Sardinien, von Porto Scuso gegen Gonnesa zu.

Wie es scheint, ist die Guardia dei Mori der Haupteruptionspunkt, von wo aus die Lava stromartig nach verschiedenen Richtungen sich ergossen hat. Jedenfalls gibt es aber auch noch andere Eruptionspunkte, wie z. B. am Capo rosso.

An letzterem Orte befindet sich auch eine Pyrolusitlagerstätte. [1])

Quarztrachyt vom Capo rosso.

Es ist dies ein dichtes, noch ganz frisch aussehendes, hartes Gestein von blaugrauer Farbe. Von den wenigen Einsprenglingen findet sich der Quarz noch am häufigsten. Seine dunklen, bisweilen ganz schwarzen, in grösseren Hohlräumen nicht selten blass violblauen Krystalle sind mit freiem Auge sehr leicht und deutlich zu beobachten; sie besitzen einen pyramidalen Habitus, wie sich an der bläulichen Varietät in den oben genannten Hohlräumen sicher constatiren lässt. Ihre Längsausdehnung schwankt zwischen 1—4 Millimetern.

Neben dem Quarz lassen sich ziemlich häufig weisse, stark glänzende Sanidinkrystalle von ungefähr 1 Millimeter Länge beobachten; grössere sind im Allgemeinen selten.

Ausser grösseren Hohlräumen, die man ziemlich selten antrifft, gibt es noch zahlreiche kleinere, die durch Verwitterung entstanden sind. Als Zersetzungsproduct tritt eine hellgelbe Substanz auf. Woraus diese hervorgegangen ist, lässt sich nicht mehr angeben. Denn nirgends bemerkt man die Spur eines Minerals, durch dessen Verwitterung sie sich hätte bilden können. Im Gegentheil hat es sogar den Anschein, als ob sie gar nicht durch Verwitterung eines Minerals entstanden wäre; es spricht wenigstens die Gestalt der Hohlräume nicht dafür. Da, wo das Gestein den Atmosphärilien ausgesetzt ist, ist der Feldspath allerdings eine theilweise Zersetzung eingegangen; aber stets nur an der freien Oberfläche, niemals im Inneren. Es finden sich rings um die Hohlräume Feldspathkryställchen,

---

[1]) Diese Notizen hat mir Prof. Doelter aus seinem Tagebuch freundlichst mitgetheilt. Ausführlicheres über die Pyrolusitlagerstätte findet sich bei G. v. Rath, „Vorträge und Mittheilungen“. Bonn, 1883, pag. 38. Vergl. auch La Marmora, „Voyage en Sardaigne.“ T. II.

Digitized by Google

aber bei keinem ist auch nur eine Spur von Zersetzung wahrzunehmen. Hätte der Feldspath die Bildung der Hohlräume eingeleitet, so müsste man doch zahllose Zersetzungsstadien beobachten, die aber gänzlich fehlen. Es scheint vielmehr, dass die Zersetzung kleiner Portionen der Grundmasse die Veranlassung zur Bildung der Hohlräume gegeben hat.

Die mikroskopische Untersuchung bestätigt das Vorhergehende. Der Quarz ist, wie dies sehr oft der Fall ist, auch hier durch Einschlüsse von Grundmasse, die sich von den Seiten sehr oft lappig hineinerstreckt, sowie durch Flüssigkeitseinschlüsse mit Bläschen ausgezeichnet. Durch das Eindringen der Grundmasse werden nicht selten die deutlichen Krystallumrisse verwischt und scheinen dann von Körnern herzurühren. Doch die weitaus grössere Anzahl der Durchschnitte weist auf wohl ausgebildete Krystalle hin. Risse fehlen dem Quarz entweder ganz oder sind sehr unregelmässig; dadurch und durch die hellgelbe Polarisationsfarbe ist er, abgesehen von der Interferenzfigur, in der Regel vom Sanidin leicht zu unterscheiden, der sehr rissig ist und eine graue Polarisationsfarbe zeigt. Die Sanidindurchschnitte erscheinen meistens in Form gestreckter Leisten, die von Krystallen herrühren; Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz finden sich verhältnismässig wenig. Die meisten Krystalle sind einfach. Zonarstructur scheint ihnen gänzlich zu fehlen. Wie beim Quarz, so war auch beim Sanidin die noch flüssige Grundmasse nicht ohne Einfluss bei seiner Bildung, indem einige Krystalle durch sie linsenförmig zugeschliffen erscheinen; auch eingeschlossen kommt sie vor. Die wasserhellen, feinen Nadeln, die ausserdem als Einschluss im Feldspath sich finden, dürften wohl als Apatit zu deuten sein. Sowohl der Quarz als auch der Feldspath sind primäre Ausscheidungen.

Den grössten Theil der Grundmasse stellt eine intensiv weiss polarisirende Substanz dar, die mit grauen, seltener braunen Globuliten dicht imprägnirt ist. Zahlreiche, ebenso polarisirende Nadeln, die sich oft zu Gruppen vereinigen und Sphärulite bilden, machen den anderen Theil aus. Es sind dies, wie ihr Zusammenhang mit Quarz es wahrscheinlich macht, Chalcedonsphärulite und auch die hellpolarisirende Substanz Chalcedonsubstanz.[1])

[1]) Vergl. Fouqué et Michel Lévy: „Minéralogie micrographique, roches éruptives françaises.“ Paris, 1879, pag. 195.

Digitized by Google

Die zahlreichen Globulite, die zwischen den Strahlen der Sphärulite angehäuft sind, machen eine optische Untersuchung derselben unmöglich. Sanidinleistchen von minimaler Grösse sind nur spärlich in der Grundmasse vorhanden.

Eine nicht ganz vollständige chemische Analyse eines Handstückes aus der Umgebung der Salinen bei Carloforte, ausgeführt von Boetsch im chemischen Laboratorium der Wiener Universität, ergab folgendes Resultat:

$Si\,O_2$	75·40
$Al_2\,O_3$	18·25
$Fe_2\,O_3$	2·47
$Ca\,O$	1·57

Die Alkalien und $Mg\,O$ wurden nicht bestimmt.

Rother Rhyolith von Spalmatore.

Er stellt eine dichte, harte, röthliche Masse mit äusserst wenigen Einsprenglingen dar. Diese sind Sanidin in 1—3 Millimeter langen, tafelförmigen Krystallen, bisweilen auch in Körnchen, und schwarzbraune Glimmerleisten. Beide sind so selten, dass sie in manchen Schliffen gar nicht enthalten sind.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt in Bezug auf die Einsprenglinge nichts Besonderes. Sanidin sowie Glimmer treten in der gewöhnlichen Form entgegen.

Die Grundmasse besteht zum grössten Theile aus einer wasserhellen, ziemlich stark lichtbrechenden Substanz mit welliger Structur. Bei stärkerer Vergrösserung löst sich diese Structur in ein verschwommenes Faserwerk auf; doch selbst bei der stärksten Vergrösserung war es unmöglich, die Fasern zu entwirren. In diesem Fasergewebe trifft man oft Nadeln von intensiv heller Polarisationsfarbe, ähnlich wie im Quarztrachyt vom Capo rosso, die zu Büscheln zusammengelegt erscheinen oder auch Sphärulite bilden.

Eine Untersuchung auf ein Interferenzbild führte aus demselben Grunde wie im genannten Quarztrachyt zu keinem Resultate. Wir haben es wie dort so auch hier wahrscheinlich mit Chalcedon zu thun; auffallend ist nur, dass Quarz als grössere Ausscheidung hier vollständig fehlt, während er dort so häufig ist. Die Sanidinkörnchen, die in der Grundmasse nicht ganz fehlen und an ihrer matten

Digitized by Google

Polarisationsfarbe leicht kenntlich sind, treten gegen die Chalcedonsubstanz sehr zurück. Die röthliche Farbe des Gesteins rührt von zahlreichen, rothbraunen Globuliten her, die, zu Klümpchen vereint, dickere Fasern formiren, welche, wellenförmig gewunden, nach verschiedenen Richtungen die Gesteinsmasse durchziehen.

Ganz ähnlich verhält sich der graue und gelbliche Rhyolith von Spalmatore, der röthliche von Becco, der vom Stagno delle Saline und andere; nur fehlt allen diesen die wellige Anordnung der Globulite. Ein weiterer Unterschied liegt darin, dass das Verhältnis der Grundmasse zu den grösseren Ausscheidungen variirt und dass bisweilen auch noch schwarzer Glimmer und Plagioklas in sehr geringer Menge als Gemengtheile auftreten.

Einer dieser Rhyolite wurde von H. Fürth analysirt und ergab:

SiO_2	76·84
Al_2O_3	5·87
Fe_2O_3	3·92
FeO	0·87
MnO	0·73
CaO	3·34
MgO	0·52
Na_2O und K_2O	5·41
H_2O	1·69
	99·19

Auffallend ist der geringe Thonerdegehalt, der unter 10·00 nur selten herabsteigt, meist aber noch viel grösser ist; ebenso der hohe Kalkgehalt; dies dürfte vielleicht von einem Fehler in der Analyse herrühren.

Perlit.

Der Betrachtung mit freiem Auge erscheint er als ein Conglomerat von emailartigen, graulichen Körnern, die etwa 2 Millimeter im Durchmesser haben und durch eine hellere dünne Schichte von Kittsubstanz mit einander verbunden sind. Die wenigen Ausscheidungen von Quarz und Sanidin, die vorhanden sind, fallen gar nicht auf.

Unter dem Mikroskope erkennt man, dass diese Körner aus einem mehr oder weniger concentrisch geschichteten, farblosen Glase

Digitized by Google

bestehen. Während makroskopisch die Kittsubstanz im Durchschnitt als helleres Netzwerk recht deutlich hervortritt, sieht man sich im Mikroskope vergebens darnach um. Es scheint da, als ob die Körner ohne Zwischensubstanz neben einander lägen; man bemerkt nur krummflächige Spalten, die einzelne Körner von einander trennen oder die Schalen desselben Kornes markiren.

Ganz unabhängig von diesen Contractionserscheinungen sind die Ausscheidungen. Man kann auch hier, wie gewöhnlich, Ausscheidungen der ersten und zweiten Periode unterscheiden. Die ersteren erreichen einen Durchmesser von 2—3 Millimetern und sind Sanidin und Quarzkrystalle; die letzteren haben eine minimale Grösse und sind Sanidinleistchen, spiessige, in's Grünliche spielende Krystallite, die auf polarisirtes Licht nur sehr schwach reagiren, oder wie Sanidin polarisirende Krystallsplitter. Sphärulitische Ausscheidungen kamen nirgends zur Ansicht.

Der Sanidin als erstes Ausscheidungsproduct zeigt meist Krystalldurchschnitte, die auf eine dick säulenförmige Ausbildung schliessen lassen. Die Krystalle sind fast immer einfach; ausser einigen Carlsbader Zwillingen konnte auch ein Zwilling nach dem Bavenoer Gesetz beobachtet werden. Bisweilen zeigt der Orthoklas eine feine Streifung, hervorgebracht durch Interposition sehr dünner Lamellen. Während alle Lamellen des Orthoklas unter gleichen Winkeln auslöschen, haben die dünnen dazwischen liegenden verschiedene Auslöschung, es liegt hier wahrscheinlich eine Verwachsung des Orthoklas mit einem triklinen Feldspath vor.[1])

Der Sanidin polarisirt mit grauer Farbe, ist rissig und unterscheidet sich dadurch von dem lebhaft polarisirenden Quarz, der unregelmässige Risse aufweist oder von Rissen völlig frei ist. Die Ausscheidungen zusammen genommen machen nicht einmal den vierten Theil des Gesteines aus. Als Einschlüsse, die allenthalben verbreitet sind, sind globulitisch entglaste Magmapartien und Dampfporen zu erwähnen. Die Letzteren, bald gross, bald globulitisch klein mit allen Zwischenformen, zeigen oft die bizarrsten Gestalten und

[1]) Vergl. Rosenbusch, „Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigeren Minerale". Stuttgart 1885, pag. 515—516, ferner: Fouqué et Michel Lévy, l. c. pag. 244, und planche VII., Fig. 1 und F. Becke's Arbeit in den „Mineralogischen und petrographischen Mittheilungen", herausgegeben von Tschermak, IV. Bd., 1882, pag. 195—198.

Digitized by Google

finden sich in flächenförmig ausgebreiteten Schwärmen auf den perlitischen Sprüngen, die überdies, was noch erwähnt werden mag, oft durch lichtgrüne Färbung ausgezeichnet sind, die von Fetzen einer grünen, nicht pleochroitischen Masse herrühren. Da diese selbst nur auf Spalten vorkommt, so kann sie nur ein secundäres Product sein.

Obsidian.

Den weitaus grössten Theil des Gesteins bildet eine dichte, glänzende, schwarze Grundmasse mit muschligem Bruch. In dieser liegen eingebettet Feldspathkrystalle von 2—3 Millimeter Durchmesser. Während diese im Innern des Gesteins noch ganz frisch sind, verrathen die oberflächlich gelegenen durch ihre braune Färbung bereits eine Zersetzung.

Die mikroskopische Untersuchung stellt fest, dass die Grundmasse wesentlich aus zwei verschiedenen Gläsern besteht. Beide scheinen homogen zu sein, da sie selbst bei stärkster Vergrösserung sich nicht in Globulite auflösen. Das eine Glas ist braun und bildet parallel verlaufende, bisweilen gewundene Stränge und Flecken, die weder mikrolithische noch krystallinische Ausscheidungen besitzen. Das andere Glas ist farblos und mit Trichiten ganz erfüllt.

Als grössere Ausscheidungen treten Sanidin, Augit und Quarzsphärulite auf.

Sanidin in vollständigen Krystallen findet man selten, meist erscheint er nur in Krystallfragmenten. Sie sind grösstentheils einfach; Carlsbader Zwillinge sind selten. Verwachsungen von Orthoklas mit einem triklinen Feldspath, ganz ähnlich wie im Perlit, begegnet man nicht selten. Der Sanidin ist ziemlich rissig, zeigt als Einschlüsse Grundmasse, Körnchen von Sanidin, die auch im Glase zerstreut vorkommen, seltener globulitisch entglaste Magmafetzen mit Gasporen; oft aber zeichnet er sich durch wunderbare Reinheit aus.

Der Augit wurde nur in Krystallfragmenten beobachtet. Er wäre wegen seiner hellen Färbung, die fast an Farblosigkeit grenzt, kaum zu erkennen, wenn nicht seine Spaltbarkeit ihn verriethe. Fast regelmässig steht mit dem Augit in Verbindung ein opaker Klumpen, Magneteisen, welches wahrscheinlich das Product einer partiellen Umschmelzung des Augits darstellt.

Digitized by Google

Die Sphärulite können als grössere und kleinere unterschieden werden. Die grösseren sind von der braunen, trichitisch entglasten Masse durchzogen und deshalb der Untersuchung im convergenten Licht nicht zugänglich; bei den kleinen ist eine solche Untersuchung wegen der Kleinheit nicht gut ausführbar. Da sie aber im übrigen Verhalten den Chalcedonsphäruliten ganz ähnlich sind, so dürften sie wohl für solche zu halten sein, zumal da auch die zuweilen vorkommenden perlitischen Sprünge mit Chalcedonsubstanz angefüllt werden.

Eine chemische Analyse von Boetsch führte zu folgendem Resultate:

SiO_2	70·03
Al_2O_3	18·63
CaO	2·62
MgO	0·10
Na_2O und K_2O	3·15
Fe_2O_3	0·11
H_2O	4·28
	99·12

Diese Analyse stimmt im Allgemeinen mit den Analysen der Obsidiane, doch der Wassergehalt ist ein beträchtlicher. Er lässt sich vielleicht auf den Chalcedon zurückführen, dürfte aber auch zum Theil aus der Zersetzung resultiren.

Domitischer Quarztrachyt.

Auf dem Wege von der Punta Genia bis zur Punta delle Colonne findet sich, wie eingangs bemerkt worden, ein von den übrigen Trachyten durch die eigenthümliche Consistenz seiner Grundmasse abweichender Trachyt. Die Grundmasse ist leicht zerreiblich, hellgelb mit zahlreichen, durch Veränderung kleiner Portionen derselben hervorgebrachten braunen Punkten und Flecken. In dieser Masse liegen tafelförmig ausgebildete, 2—4 Millimeter im grössten Durchmesser messende, hellgelbe Sanidinkrystalle und ungefähr ebenso grosse, farblose Quarzkörner. Die Einsprenglinge zusammen bilden etwa den dritten Theil der Gesteinsmasse. Was ihr Verhältnis unter einander anbelangt, so ist der Quarz häufiger als der Sanidin.

Das Gestein stellt sich unter dem Mikroskope als ein vollständig krystallinisches dar.

Digitized by Google

Die Grundmasse besteht vorwiegend aus Sphäruliten, die zum Theil sehr schön kugelförmig ausgebildet sind und bei gekreuzten Nicols recht deutlich ein schwarzes Kreuz zeigen, zum Theil mehr die Gestalt von Faserbündeln haben. Eigenthümlich ist allen Fasern, dass sie fast nirgends scharf abgesetzt sind, sondern mit verschwommenen Grenzen in einander übergehen, jedoch so, dass dadurch die Faserstructur nicht bis zur Unkenntlichkeit verwischt wird. Zwischen diesen faserigen Bildungen ist in der Grundmasse weit verbreitet eine so hell wie Chalcedon polarisirende Substanz ohne Faserstructur, nach der Ansicht von Fouqué, sehr wahrscheinlich ein inniges Gemenge von krystallisirtem Quarz, amorpher, colloider Kieselsäure und einem Magma mit feldspathähnlicher Zusammensetzung.[1])

Verunreinigt erscheint die Grundmasse durch eine Unzahl kleiner brauner oder grünlicher Körnchen, die stellenweise sich concentriren und Flecken bilden; sie entsprechen den braunen Flecken oder Punkten, die auf der Bruchfläche des Gesteins so oft zu sehen sind.

Der Quarz erscheint bei gekreuzten Nicols lebhaft polarisirend und von breiten, verschiedenfarbigen Bändern umrandet. Seine Durchschnitte rühren grösstentheils von Körnern her, einige aber weisen auch auf Krystalle und Krystallfragmente hin; oft sieht man viele, kleine Körnchen mit einander zu einem grösseren Korne verwachsen. Als Einschlüsse sind hervorzuheben Grundmasse und Flüssigkeit mit Bläschen.

Während nun, wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich ist, der Quarz auch zu kleinen Körnern herabsinkt, wurde der Sanidin stets nur in Krystallen, seltener in Körnern von der Anfangs angegebenen Grösse beobachtet. Er polarisirt wie gewöhnlich blaugrau; an Einschlüssen ist er ziemlich arm.

Die Gesteine der Insel San Pietro gehören demnach zu den sehr sauren Gesteinen, was einerseits in der Anwesenheit von ausgeschiedenem Quarz, anderseits offenbar in dem Vorkommen von saurer Grundmasse gelegen ist. Die Plagioklase nehmen an der Zusammensetzung nur einen ganz unbedeutenden Antheil. Die Gesteine sind meist dicht und zeigen ausser Sanidin und Quarz-

[1]) Fouqué et Michel Lévy, l. c. pag. 195.

Digitized by Google

ausscheidungen nur noch spärliche von Augit und Glimmer. Dagegen kommt glasige Basis in bedeutender Masse vor.

Es lassen sich zwischen diesen Gesteinen und einigen Gesteinen der Ponzainseln, namentlich von der Insel Palmarola, Aehnlichkeiten finden; ebenso haben sie mit ungarischen Rhyolithen grosse Verwandtschaft.

Auf der Insel San Pietro und dem ganz analog constituirten gegenüberliegenden Theile der Insel Sardinien fehlen jene Gesteine, welche im nördlichen Theile dieser letzteren Insel vorkommen, nämlich basische leucit-, nephelin- und plagioklasführende ganz; beide vulcanische Massen scheinen daher in keinem Zusammenhang zu stehen, was auch dadurch erklärlich wird, dass die südwestlichen sauren vulcanischen Bildungen Sardiniens durch ein grosses Massiv älterer Schichtgesteine von den übrigen vulcanischen Bildungen getrennt sind.

Graz, Mineralogisches Institut, im Mai 1886.

Digitized by Google

IV. Ueber einige Eruptivgesteine der pontinischen Inseln.

Von **Franz Eigel.**

Die ältesten Notizen über Geologie und Petrographie der pontinischen Inseln stammen aus dem Ende des vorigen Jahrhunderts, um welche Zeit französische und englische Forscher diese Inseln besuchten. Eine ausführliche Untersuchung über dieselben finden wir erst im Jahre 1827 von Poulett Scrope, der die Resultate seiner Forschung in den „Verhandlungen der geologischen Gesellschaft von London“ veröffentlichte. Wenngleich durch diese Arbeit die Kenntnis der genannten Inseln in geologischer und petrographischer Beziehung wesentlich vermehrt wurde, war sie doch vielfach noch mangelhaft. Von dieser Zeit an begegnen wir lange keiner diesbezüglichen Arbeit mehr, die eine grössere Aufmerksamkeit beanspruchen könnte.

Erst im Jahre 1874 wurden die pontinischen Inseln der Gegenstand einer neuen Untersuchung.

In diesem Jahre machte Professor Doelter eine Reise nach Italien und nahm auf diesen Inseln einen längeren Aufenthalt zum Zwecke einer genauen Durchforschung derselben. Die Resultate seiner Untersuchung sind niederlegt in dem Werke „Il gruppo volcanico delle isole Ponza“, Roma 1875.[1])

Es werden darin die pontinischen Inseln der Reihe nach in topographischer, petrographischer und geologischer Hinsicht beschrieben und der Text durch geologische Karten erläutert. Der Autor dieses Werkes, der darin die Gesteine dieser Inseln nur in allgemeinen Zügen beschreibt, hatte die Freundlichkeit, mir sein dort gesammeltes Material zur eingehenderen Untersuchung zu überlassen und unterstützte mich mit Rath und That, wofür ich ihm meinen besten Dank sage. Von dem reichen Material sollen aber nur diejenigen Gesteine Behandlung finden, die einiges Interesse darbieten;

---

[1]) Eine deutsche Ausgabe erschien in den „Denkschriften der math. naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften“. 26. Bd. Wien 1875.

Digitized by Google

andere aber, wie z. B. die Pechsteine, Obsidiane, wurden nicht berücksichtigt, da sie mit den bekannten Typen vollkommen übereinstimmen. Was die Reihenfolge der zu behandelnden Gesteine anbelangt, so werde ich mich im Allgemeinen nach der im citirten Werke vorgefundenen Ordnung halten. Sie sollen daher nach ihrem Fundorte eingetheilt werden, und welche denselben Fundort haben, nach ihrem geologischen Alter aufeinander folgen, wo dieses überhaupt eruirt werden kann.

In Bezug auf die Literatur wäre noch ein kurzer Aufsatz von J. Roth zu erwähnen, der 1882 erschien, „Zur Kenntnis der Ponzainseln.“ [1])

I. Gesteine von Ponza. [2])

Von allen pontinischen Inseln ist Ponza die grösste. Das Material zu ihrem Aufbau haben ausschliesslich Eruptivgesteine geliefert. Ueber das relative Alter dieser Gesteine lässt sich wegen der ungünstigen Lagerungsverhältnisse nur wenig mit Sicherheit anführen; sicher ist nur, dass die Trachytbreccie die älteste, und der Tuffsandstein vom Capo Bianco die jüngste Bildung ist. Die Reihenfolge ist nach Doelter wahrscheinlich folgende: Trachytbreccie, Rhyolith, Quarztrachyt, La Guardia-Trachyt, rother Tuff, geschichteter Tuff, Incenso-Tuff und endlich Tuffsandstein. [3])

Von allen diesen Gesteinen erregen die Rhyolithe und Trachyte wegen ihrer säulen- oder kugelförmigen Absonderung und sonstiger Verschiedenheiten das grösste Interesse. Das am meisten verbreitete Gestein ist die Trachytbreccie; ihr ziemlich nahe kommt der Rhyolith, welcher Gänge in der Trachytbreccie bildet. Der Trachyt setzt den Monte la Guardia zusammen.

Rhyolithe.

Man kann einen grauen, einen rothen, einen gelben und einen ohne einheitliche Farbe unterscheiden, welch letzterer in seinen Structurverhältnissen von den vorhergehenden beträchtlich abweicht.

---

[1]) Vergl. auch seine Chemische Geologie, II. Bd. (Trachyte). Berlin 1885, pag. 237 u. ff.

[2]) Vergl. Doelter, Deutsche Ausgabe, pag. 4 u. ff.

[3]) Doelter, l. c. pag. 12.

Digitized by Google

Die drei ersteren stehen durch die Gleichheit der Structur und durch die ähnliche Ausbildung der Grundmasse einander so nahe, dass sie wohl nur für Varietäten zu halten sind; sie sollen deshalb auch gemeinsam behandelt werden.

Grauer, rother, gelber Rhyolith.

Alle haben eine feinkörnige Grundmasse, in welcher Glimmerblättchen, Sanidin- und Plagioklaskrystalle eingegesprengt sind.

Bei der mikroskopischen Untersuchung tritt der Unterschied zwischen den Producten der ersten Erstarrungsphase und denen der zweiten recht auffällig hervor. Als primäre Ausscheidungen sind zu nennen: Sanidin, Plagioklas und Biotit.

Die Durchschnitte des Sanidins sind polygonale oder an den Enden abgerundete Leisten von etwa 3 Millimeter Länge. Die beiden Hälften der im Allgemeinen seltenen Zwillinge nach dem Carlsbader Gesetz sind manchmal durch Interposition zweier oder mehrerer Lamellen eines triklinen Feldspathes getrennt; wenigstens kann dies so gedeutet werden. Schalige Structur ist selten; wo sie aber vorkommt, finden sich in der Regel graubraune, kugelige oder ovale, peripherisch angeordnete, aber auch im Krystall zerstreut liegende Glaseinschlüsse mit einem centralen Bläschen. Gaseinschlüsse gehören nicht zu den Seltenheiten.

Weit seltener als den Sanidin, trifft man den Plagioklas. Seine aus vielen Lamellen aufgebauten Krystalle stehen an Grösse den Sanidinkrystallen kaum nach und zeigen wie diese noch keine Spur von Zersetzung. Zwillinge aus zwei Hälften bestehend, wie beim Orthoklas, finden sich nur vereinzelt. Einschlüsse wie beim Sanidin. Für die Auslöschungsschiefe [1]) wurden Werthe von 30°—37° gefunden, was auf Anorthit deutet.

Noch viel seltener als dem Plagioklas begegnet man dunkelbraunen Glimmerleisten.

---

[1]) Die optische Feldspathbestimmung wurde (wenn nicht anders erwähnt) nach der Methode, wie sie Fouqué und Michel Lévy in der Minéralogie micrographique, pag. 228 angegeben haben, durchgeführt und zwar werden die „extinctions de deux lamelles hémitropes suivant la loi de l'albite“ an „Microlithes allongés suivant pg¹“ angegeben.

Digitized by Google

Diese primären Ausscheidungen treten gegen die Grundmasse bedeutend zurück, indem sie nicht einmal den vierten Theil derselben ausmachen.

Die Grundmasse besteht etwa zum vierten Theil aus einer trüben, körnigen, sehr schwach oder gar nicht polarisirenden, von winzig kleinen opaken Körnchen (vielleicht Magneteisen) ganz imprägnirten Substanz, von deren Färbung die Farbe des Gesteins bedingt ist. Den Ueberrest der Grundmasse bilden Ausscheidungen der zweiten Erstarrungsphase als: Sanidin in Körnchen und schmalen Leistchen, wozu sich noch spärliche, meistens nur bei gekreuzten Nicols bemerkbare Stäbchen und Schuppen von mikrolithischer Kleinheit und brauner Farbe gesellen; einige von ihnen dürften wohl dem Biotit angehören.

Rhyolith vom Ciglio del Guarniero.

Die scheinbar aus grauen und dunkeln Körnchen bestehende Grundmasse erweist sich unter dem Mikroskop aus zwei amorphen Substanzen und nur wenig krystallinischen Elementen zusammengesetzt. Die eine von den beiden ist gelbbraun, glasig, enthält dunkelbraune und blassgrüne Mikrolithe, zeigt Fluctuationsstructur und bildet ein grobes Netzwerk. Die dadurch entstehenden Zwischenräume werden von der anderen grauen theilweise ausgefüllt, die allem Anscheine nach das Aequivalent der amorphen Substanz in den grauen, rothen und gelben Rhyolithen ist. Den grössten Theil der Ausfüllungsmasse bildet der Sanidin in Nadeln und Körnchen. Nadeln aber, wie sie in der braunen Masse vorkommen, finden sich nur an der Contactfläche oder an Stellen, wo braune Substanz mit grauer eine Mischung eingeht. Daraus geht hervor, dass diese Nadeln ursprünglich nur der braunen Substanz eigen waren. Umgekehrt gibt es Sanidinnadeln in der braunen Substanz nur selten. Das Ganze macht den Eindruck, als ob die braune Glasbasis erst secundär in das Gestein eingedrungen wäre. Während nämlich diese noch ganz frisch ist, trägt die graue Substanz schon das Merkmal der Verwitterung an sich. Die eigenthümliche Vertheilung der amorphen Substanzen bringt bei mikroskopischer Betrachtung ein grau und dunkel gekörneltes Aussehen hervor. Magnetit (in Körnchen) ist in der ganzen Grundmasse verbreitet.

Digitized by Google

Als primäres Erstarrungsproduct tritt fast nur Sanidin auf. Seine Krystalle sind bald einfach, bald verzwillingt; die Durchschnitte, etwa 2 Millimeter lang, polarisiren blaugrau oder hellgelb; Gasporen und braune Körnchen enthalten sie oft, Magnetit selten.

Plagioklas fehlt zwar nicht ganz, scheint aber nur sehr selten vorzukommen.

Hornblende wurde nirgends beobachtet.

Auffallend mag erscheinen, dass in keinem der beschriebenen Rhyolithe Quarz gefunden wurde. Tridymit wurde von Doelter beobachtet.

Ein Rhyolith, dessen Handstücke von Chiaja di Luna stammen, wurde von Doelter chemisch analysirt; darnach ist die Zusammensetzung folgende[1]):

SiO_2	71·12
Al_2O_3	14·58
Fe_2O_3	1·69
MnO	Spuren
CaO	1·50
MgO	0·15
K_2O	6·01
Na_2O	3·26
Glühverlust	0·95
	99·26

Er enthält also eine bedeutende Quantität Kieselsäure und zwar Kieselsäure im Ueberschuss, was durch das Auftreten des Tridymits erklärt wird.

Quarztrachyt.

Er bildet einen kleinen Gang in der Trachytbreccie zwischen dem Capo Bianco und dem Piz della vena bianca. Seine Grundmasse ist lichtgrau und enthält häufig Biotithexagone, Hornblende in Nadeln und Quarz in Körnern; letzterer ist aber nur sehr selten.

Die makroskopisch dicht erscheinende Grundmasse löst sich unter dem Mikroskope in ein krystallinisches Gemenge auf, in dem man amorphe Partikelchen mit Sicherheit nicht nachweisen kann. Der grösste Theil davon ist Sanidin in Körnern; nur untergeordnet

[1]) Doelter, l. c. pag. 10.

Digitized by Google

finden sich eine braune, gekörnelte, auch braun polarisirende Masse, braune Schüppchen und kleine pleochroitische Leisten, die wohl theils dem Glimmer, theils der Hornblende zuzurechnen sein dürften, endlich eine Unzahl opacitischer Körnchen.

Alle primären Ausscheidungen zusammen genommen machen nicht die Hälfte der Gesteinsmasse aus.

Die schmal leisten- oder tafelförmigen Durchschnitte des Sanidins erreichen eine Länge von 3—4 Millimetern und rühren bald von einfachen, bald von Carlsbader-Zwillingskrystallen her; Zonarstructur ist nicht häufig; als Einschlüsse sieht man oft Gasporen und Substanz der Grundmasse; sonst sind sie ziemlich rein.

Der Plagioklas hat eine ausgezeichnete Lamellarstructur, zeigt sich aber nur selten. Als Maximum der Auslöschungsschiefe[1]) ergab sich 20°; die Seltenheit seines Auftretens lässt einen Schluss auf seine chemische Constitution wohl nicht rathsam erscheinen.

Die Durchschnitte des braunen Glimmers und der ebenfalls braunen (manchmal in's Grüne spielenden) Hornblende sind leistenförmig. Einige Leisten sind durch Einlagerung opaker Körperchen so dunkel, dass man sie nicht mit Sicherheit deuten kann.

Der Quarz erscheint in sehr lebhaft polarisirenden Körnern; mit Ausnahme einiger Fetzen von Grundmasse sind sie von Einschlüssen ziemlich frei; man trifft sie nur selten. Das Gestein gehört daher nicht zu den eigentlichen Quarztrachyten, indem der Quarz analog wie in einigen Andesiten accessorisch und mehr als Einschluss auftritt, oft sogar ganz fehlt.

La Guardia-Trachyt.

Aus der grauen, feinkörnigen Gesteinsmasse glänzen die zahlreichen, durchschnittlich 6 Millimeter langen, glasigen Feldspathkrystalle hervor. Einige von ihnen erreichen sogar eine Längendimension von 1 Centimeter. Da, wo, wie am Scoglio del calzone, der Trachyt der Brandung des Meeres ausgesetzt ist, ist der Feldspath herausgewittert und deshalb die durch Vorherrschen des Klinopinakoids tafelförmig ausgebildeten Krystalle sehr schön sichtbar. So viel lässt sich makroskopisch erkennen.

---

[1]) Siehe oben pag. 75.

Digitized by Google

Unter dem Mikroskope stellt sich das Gestein als ein vollständig krystallinisches dar, mit primären und secundären Ausscheidungsproducten.

Vor Allem fällt der trikline Feldspath mit seinen 6 bis 7 Millimeter langen, leisten- oder tafelförmigen Durchschnitten auf. Diese haben eine bläulichgraue oder hellgelbe Palarisationsfarbe; die polysynthetische Zwillingsstreifung ist manchmal verwischt, aber stets vorhanden; oft hat sie das Eigenthümliche, dass die Zwillingsnähte nicht den ganzen Krystall durchlaufen, sondern in verschiedener Entfernung vom Rande endigen. Gar nicht so selten begegnet man ausser der polysynthetischen Zwillingstreifung noch einer anderen, auf ersterer nahezu senkrechten, aber stets sehr unvollkommen ausgebildeten Streifung, die vielleicht mit mehr Recht Druckverhältnissen als dem Mikroklin zugeschrieben werden kann.

Interessant ist das Vorkommen von Feldspathkrystallen, die aus optisch sich verschieden verhaltenden Theilen zusammengesetzt sind. Als Kernkrystall tritt ein Plagioklas mit scharfen Lamellen auf; diesen umgibt rahmenförmig ein anderer Feldspath, der niemals zugleich mit dem Kernkrystall auslöscht und entweder in allen seinen Theilen sich optisch gleich verhält oder eine den Umrissen parallel verlaufende Streifung zeigt. Diese ist aber keine Zwillingsstreifung, sondern Schalenstructur. In diesem Falle zerfällt der Rahmen wieder in viele kleine, optisch verschieden orientirte Rahmen. In der Regel hebt sich der Umhüllungskrystall durch seine sanidinähnliche Polarisationsfarbe und zahlreiche Magnetiteinschlüsse vom Kernkrystall scharf ab. Es liegt hier wohl ohne Zweifel eine Umwachsung des Plagioklas mit Sanidin vor, wie dies z. B. im Trachyt von Battaglia in den Euganäen nachgewiesen ist.[1]) Als Einschlüsse müssen hervorgehoben werden: Apatit in langen, wasserhellen Nadeln, oder dickeren, nicht farblosen, sondern röthlich-braunen, durch zahllose Interpositionen wie gefasert oder bestäubt aussehenden Säulchen; Magneteisen unzersetzt oder mit einem Zersetzungshof; eine braune, granulirte, noch unzersetzte Masse als Ueberbleibsel vom Magma; endlich ein Mineral, das durch sein häufiges Vorkommen grosses Interesse erregt.

---

[1]) Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. Stuttgart 1877, pag. 182.

Digitized by Google

Es ist isotrop, wasserhell, hat unregelmässige oder quadratische und rechteckige Durchschnitte, von denen die grössten eine Länge von 0·08 Millimeter besitzen. Von dieser Grösse gibt es alle Uebergangsstufen nach unten. Bald sind die Kryställchen ganz rein, bald zeigen sie eine centrale Anhäufung von Globuliten. Wo sie als Einschluss vorkommen, lässt sich ihr optisches Verhalten nicht untersuchen, da sie zugleich mit den einschliessenden Mineralien auslöschen oder hell sind; doch geriethen einige lose Kryställchen in den Canadabalsam und konnten da untersucht werden; sie waren zwischen gekreuzten Nicols stets dunkel und zeigten im convergenten Lichte kein Axenbild. Alle diese Erscheinungen deuten auf ein reguläres Mineral. Man würde keinen Anstand nehmen, es als Kochsalz zu erklären, wäre es in Verbindung mit Flüssigkeitseinschlüssen beobachtet worden; solche wurden aber nirgends gesehen. Der Plagioklas besitzt diesen Einschluss am häufigsten; er kommt aber mehr oder weniger in allen grösseren Ausscheidungen vor.

Als Auslöschungsschiefe des Plagioklas wurde in den meisten Fällen ein Winkel über 30° erhalten; wir haben es daher wieder mit einem Feldspath zu thun, der Anorthit ist oder sich ihm wenigstens nähert, worauf auch das hohe specifische Gewicht deutet. Die Bestimmung desselben wurde mit der Westphal'schen Wage vorgenommen und ergab 2·67.

Ganz ähnlich wie der trikline Feldspath, verhält sich, in Bezug auf die Einschlüsse, der orthotome. Die Krystalle sind bald einfach, bald Carlsbader-Zwillinge; sie stehen an Häufigkeit dem triklinen nach, was bei Trachyten auffallend ist; doch nicht überall ist die Vertheilung von Plagioklas und Sanidin dieselbe.

Die Varietät vom Scoglio del Calzone hat, wie die Untersuchung Doelter's dargethan, Krystalle mit der Combination $\infty \breve{P} \infty . 0P . \infty P . 2\breve{P}\infty . 2\breve{P}\infty$.

Die optische Prüfung an Blättchen parallel dem Klinopinakoid nach Max Schuster's Methode ergab vollständige Uebereinstimmung mit Sanidin. Das specifische Gewicht wurde nach der eben erwähnten Methode bestimmt und ergab 2·62 als Resultat.

Eine andere Ausscheidung primärer Ordnung ist der Augit. Makroskopisch fällt er wenig auf; um so interessanter ist er aber unter dem Mikroskop. Er erscheint da blassgelb, hin und wieder mit einem Stich in's Grüne, je nach der Dicke des Schnittes. Diese

Digitized by Google

sind fast jedesmal durch scharfe, geradlinige Contouren ausgezeichnet, mit Ausnahme derjenigen Fälle, wo die Krystalle zerbrochen oder ausgesprengt vorkommen. In die durch letztere Erscheinung hervorgebrachten Höhlungen drängt sich die Grundmasse hinein und wo dies auf entgegengesetzten Seiten geschieht, sind beide Theile des Krystalls nur durch eine schmale Brücke mit einander verbunden, eine Erscheinung, die van Werveke bei den Olivinen der Basalte von Palma angetroffen hat.[1]) Im Allgemeinen zeigt der Augit dieselben Einschlüsse wie der Feldspath, nur nicht immer in derselben Menge. Neben diesen Augitdurchschnitten bemerkt man hier und da Durchschnitte, die durch Einlagerung von Magneteisenkörnern so dunkel erscheinen, dass nur einige wenige dazwischen liegende Körner polarisiren oder von der ursprünglichen Mineralsubstanz gar nichts mehr zu bemerken ist. Da nun in vielen solchen Fällen die Durchschnitte entschieden monoklin, in anderen wieder Magnetitkörner in ihrer Anordnung ein zweifaches System paralleler Reihen zeigen und so ganz deutlich die prismatische Spaltbarkeit des Augits, wie sie in Schnitten, die nahezu senkrecht auf die Prismenzone geführt sind, zur Ansicht kommt, imitiren, so kann kaum mehr ein Zweifel sein, dass es sich hier ebenfalls um Augit handelt.

Nur selten ist der Olivin zu finden. Er erscheint immer in Körnern, von Augit häufig umlagert, der tangential ihm anliegt. Im Grossen und Ganzen noch frisch, zeigt er nur an den Rissen eine Umwandlung in Eisenoxydhydrat. Doch gibt es auch Sprünge, die keine Spur von Zersetzung aufweisen. Der Olivin in den Trachyten ist eine Seltenheit. Er wurde auch gefunden in der Trachytlava des Arsostromes; Dressel fand ihn im Trachyt aus dem Laachersee, Möhl in einem Sanidin-Plagioklas-Trachyt aus Japan.[2])

Die Grundmasse besteht aus Plagioklas und Sanidin in Stäbchen, letzterem auch in Nadeln, aus Augit in Fetzen, seltener in Stäbchen, die in der Polarisationsfarbe und sonstigen Eigenschaften mit den grossen Augitkrystallen vollständig übereinstimmen; Magnetit in kleinen Octaëdern oder Körnchen ist häufig; weniger häufig Apatit in lichtfarbigen, circa 0·06 Millimeter dicken, scheinbar aus Fibrillen zusammengesetzten Säulchen.

---

[1]) Vergl. Roth, Allgemeine und chemische Geologie. II. Bd., 2. Abtheilung, Berlin 1885, pag. 337.

[2]) Rosenbusch, l. c. pag. 190.

Digitized by Google

Das wäre also die Zusammensetzung eines La Guardia-Trachytes. Wie aber schon bemerkt worden, ist seine Zusammensetzung in mineralogischer Hinsicht sehr schwankend. Es soll daher auch ein La Guardia-Trachyt von einer anderen Fundstätte beschrieben werden.

Ein solcher zeigte im Gegensatze zum vorigen eine fast dichte Structur. Grundmasse und primäre Ausscheidungen lassen sich auch hier unterscheiden. Die Grundmasse besteht zum weitaus grössten Theile aus Sanidinnadeln, die oft zu Büscheln vereinigt sind. In dieses Gewirre von Nadeln sind grünlich-gelbe Fetzen einer nicht pleochroitischen, hin und wieder ziemlich lebhaft polarisirenden Masse eingestreut, wahrscheinlich Augitsubstanz, da die Farbe genau mit dem Augit des vorher beschriebenen Trachytes übereinstimmt.

Augit als porphyrartiger Einsprengling findet sich hier nicht; in dieser Eigenschaft treffen wir nur den Sanidin. Der Plagioklas scheint hier vollständig zu fehlen.

Die chemische Zusammensetzung des La Guardia-Trachytes ist folgende [1]):

SiO_2	56·09
Al_2O_3	26·09
Fe_2O_3	1·53
MnO	Spuren
CaO	3·41
MgO	2·70
K_2O	6·49
Na_2O	3·38
Glühverlust	1·05
	100·74

Der hohe Thonerdegehalt dürfte wohl auf einen thonerdereichen Augit zurückzuführen sein.

Mineralaggregat von Bagno Vecchio.

Augit, Olivin und ein glimmerartiges Mineral treten in grösseren Massen zur Bildung des Aggregats zusammen.

Die Blättchen des letzteren sind biegsam und milde, meist unregelmässig, nur selten hexagonal umrandet; ihre Farbe ist licht-

[1]) Doelter, l. c. pag. 8.

Digitized by Google

bis dunkelgrün; im Dünnschliff werden sie fast farblos; Längsschnitte zeigen eine Streifung als Ausdruck der Spaltbarkeit. Im polarisirten Lichte zeigen sie einen schwachen, aber deutlichen Dichroismus und ziemlich lebhafte Farben. Es wurden viele Blättchen im convergenten, polarisirten Lichte untersucht und zeigten stets ein dunkles Kreuz ohne Farbenringe; die Auflösung des Kreuzes in Hyperbelzweige beim Drehen des Objecttisches war kaum merklich. Von Salzsäure wurden sie nicht erheblich angegriffen. Der Versuch, Schlagfiguren hervorzubringen, ergab kein Resultat. Alle diese Erscheinungen sprechen mehr für Chlorit als für Glimmer.

Der makroskopisch fast schwarze, im Dünnschliffe unter dem Mikroskope grüne Augit hat 5—6 Millimeter lange, zu Haufen zusammengedrängte Krystalle mit wenigen Einschlüssen.

Der Olivin bildet gelblich-grüne Ueberzüge über Chlorit und Augit, hin und wieder aber auch grössere Massen. Im Dünnschliff wird er, einige braune Flecken ausgenommen, sehr hell. Die ganze Olivinmasse besteht aus sehr kleinen, meist noch ganz frischen Körnchen. Die eben genannten braunen Flecken rühren von der Zersetzung einiger Körnchen in Eisenoxydhydrat her.

In der Olivinmasse eingelagert, kommt bisweilen bernsteinbrauner Vesuvian vor; seine Krystalle sind zwar gross, 6 bis 8 Millimeter lang, aber in der Regel schlecht ausgebildet.

Wie aus der mineralogischen Zusammensetzung hervorgeht, ist dies Aggregat kein Gestein im eigentlichen Sinne, sondern ein vulcanischer Auswürfling. Ueber die Art und Weise, wie dieser nebst anderen Auswürflingen nach Bagno Vecchio gekommen ist, gibt es verschiedene Hypothesen. Einige meinen, dass sie durch Menschenhand dorthin gebracht worden sind; andere glauben, sie seien an Ort und Stelle ausgeworfen worden; eine dritte, aber am wenigsten wahrscheinliche Ansicht ist, dass sie von den Wogen des Meeres aus einer fremden Gegend dorthin getragen worden seien.

II. Gesteine von Ventotene.

Wie die Ponzainsel, so ist auch die Insel Ventotene ganz aus vulcanischen Gesteinsmassen gebildet, die entsprechend den Höhencontouren von Westen nach Osten und nach Norden fallende Schichten bilden. Die unterste, aus dem Meere sich erhebende ist eine mächtige

Digitized by Google

Schicht basaltischer Lava; darauf folgen dünnere Strata von verschiedenen Tuffen, Bimsteinlapilli, zu oberst wieder ziemlich mächtige Schichten von braunem, rothem und zuletzt gelbem Tuff; der letzte ist wegen seiner zahlreichen Einschlüsse besonders interessant. Näher untersucht wurden die Basaltlava, mehrere Tuffe und Einschlüsse.

Basaltische Lava.

Sie hat ein schwarzes, sehr poröses, feinkörniges bis dichtes Aussehen. Manche Poren erweitern sich zu beträchtlichen Hohlräumen, in denen man bisweilen Magnetitoctaëder und glashelle Nadeln entdecken kann. Es ist das ein monokliner Zeolith, und zwar wahrscheinlich Skolezit mit dem sie die Spaltbarkeit und die Eigenschaft, bei der Behandlung mit Salzsäure keine Kieselgallerte abzuscheiden, theilen. Feldspath und Augit bemerkt man mit unbewaffnetem Auge nur selten.

Unter dem Mikroskop lässt sich eine fast holokrystallinische Grundmasse von porphyrischen Einsprenglingen, als Producten der ersten Erstarrungsphase des Magmas, unterscheiden. Die Elemente der Grundmasse sind folgende: Kleine Partien globulitisch entglaster Basis als Ausfüllungsmasse, Magnetit in vielen aus Octaëdern bestehenden zackigen Gebilden, seltener in isolirten Octaëdern, braungrauer Augit in zahlreichen Fetzen und Mikrolithen, endlich trikliner Feldspath in vielen kleinen Leisten.

Die porphyrartigen Einsprenglinge, die als erste Bildungen zu betrachten sind, sind Plagioklas, Augit und Olivin.

Der Plagioklas erscheint in bald leistenförmigen, bald tafelförmigen Durchschnitten, oder zeigt eine ganz unregelmässige Begrenzung. Immer hat er lebhafte Polarisationsfarben und ausgezeichnete Zwillingsstreifung, die oft nicht den ganzen Krystall durchsetzt und so das Aussehen von in einander gesteckten Lamellen bewirkt. Einschlüsse sind selten und bestehen fast durchwegs aus globulitisch entglaster Basis. Nach der Auslöschungsschiefe, deren Maximum 43° beträgt, ist der Plagioklas für Anorthit zu halten, was auch schon in Hinblick auf die chemische Analyse für wahrscheinlich erklärt werden kann. Eine Bestimmung des specifischen Gewichtes war wegen der dichten Structur des Gesteins unmöglich.

Digitized by Google

Der Augit tritt grösstentheils in Fragmenten auf, aber auch vollkommen ausgebildete Krystalle fehlen nicht ganz. Sie sind meist einfach, aber auch Zwillinge sind nicht ausgeschlossen. Unter dem Mikroskop erscheint er grau und lässt oft ganz unregelmässig verlaufende Risse bemerken, die bisweilen durch Eisenhydroxyd braun gefärbt sind; im Uebrigen hat er ein sehr frisches Aussehen. Als Einschlüsse können spärliche Fetzen einer bräunlichen, globulitisch entglasten Basis und Olivinkörnchen erwähnt werden; diese letzteren Einschlüsse gehören aber zu den Seltenheiten.

Der Olivin erscheint am häufigsten in Körnerform, doch fehlen auch hier wohl ausgebildete Krystalle nicht ganz. Ueberall ist er schon eine Zersetzung eingegangen, die an verschiedenen Punkten der Lava einen verschiedenen Fortgang erkennen lässt. Während er an einigen Stellen noch so frisch ist, dass er selbst an vielen Sprüngen unzersetzt ist, hat er an anderen Orten eine vollständige Umwandlung in Limonit erfahren. In diesem Falle trifft man in der Zersetzungsmasse oft ganz eigenthümliche Gebilde. Es sind dies parallel gelagerte oder nach diversen Richtungen orientirte, wasserhelle Stäbchen, die ähnlich wie die Apatitsäulchen quergegliedert sind; viele dieser Glieder sind mit dem Zersetzungsproduct des Olivins ganz imprägnirt, daher braun gefärbt und liegen mit den wasserhellen Gliedern fast regelmässig in Wechsellagerung; da sie auch gerade auslöschen, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass diese Gebilde wirklich Apatit sind. An Einschlüssen ist der Olivin im Allgemeinen arm; ausser winzigen opaken Körnchen findet sich nur globulitisch entglaste Basis, die zu ovalen oder kugeligen Körperchen mit einem Bläschen concentrirt ist.

Hornblende und Biotit wurden nirgends beobachtet; auch Sanidin konnte nicht constatirt werden.

Die grössten Durchschnitte haben Olivinkörner und der Augit; doch überschreitet ihr grösster Durchmesser nur selten 2 Millimeter. Der Plagioklas ist stets von minderer Grösse, bildet aber dafür zusammenhängende Massen. Die primären Ausscheidungen zusammengenommen bilden etwa den dritten Theil des Gesteins.

Doelter hat es chemisch analysirt und folgendes Resultat erhalten [1]):

---

[1]) Doelter, l. c. pag. 37.

Digitized by Google

SiO_2	49·42
Al_2O_3	30·79
Fe_2O_3	3·13
MnO	Spuren
CaO	8·42
MgO	2·10
K_2O	1·93
Na_2O	4·47
Glühverlust	1·01
	101·27

Die Analyse weist also ungefähr doppelt so viel Kalk als Natron aus. Selbst wenn man annimmt, dass alles Natron im Feldspath steckt, deutet dies, da der Augit nicht gar so häufig vorkommt, doch noch auf einen kalkreichen Feldspath, etwa von der Form $1\,Ab + 2\,An$; aber die optischen Erscheinungen weisen auf einen viel reineren Anorthit hin. Eine Isolirung der Krystalle war wegen der dichten Structur nicht möglich. Es ist nach all' dem die Basaltlava ein Feldspathbasalt mit Anorthit.

Brauner Tuff.

Das Cement besteht zum grössten Theile aus einer im allgemeinen hellen, durch braune Körnchen jedoch getrübten, erdig aussehenden Substanz. Bei der mikroskopischen Untersuchung zwischen gekreuzten Nicols sieht man noch eine Menge von Mikrolithen hervorschimmern, die sonst weniger hervortreten. Einige derselben können als Augitmikrolithe beansprucht werden, da sie in Farbe und sonstigen Eigenschaften mit dem Augit, der in grösseren Krystallen und Fragmenten herumliegt, grosse Aehnlichkeit aufweisen; andere dürften dem Biotit angehören; wieder andere sind Sanidinnadeln. Trotz der zahlreichen Mikrolithe gibt es ausgedehnte Stellen der Kittmasse, die ganz isotrop erscheinen; sie sind von Magnetitkörnchen ganz übersäet, an deren Stelle an anderen Punkten des Tuffes braune Körnchen in derselben Vertheilung auftreten; sie sind wohl als das Zersetzungsproduct des Magnetits anzusehen. Bisweilen zeichnen sich Stücke der Kittmasse durch festere Consistenz aus, sind deshalb weniger verwittert und ragen oft einschlussartig aus dem Kitt hervor.

Digitized by Google

Grössere Verschiedenheit als diese amorphe Masse zeigen ihre Einschlüsse. Als solche trifft man sowohl Krystalle und Krystallfragmente, als auch gesteinsähnliche Massen.

Krystalleinschlüsse:

1. Sanidinkrystalle von einer Länge von 5—6 Millimetern; die meisten haben eine Abrundung der Ecken erfahren und sind dadurch zu Körnern geworden. Sie zeigen oft sehr schöne Zonarstructur; Karlsbader Zwillinge sind nicht besonders häufig; die Krystalle sind bald ziemlich rein, bald mit zahlreichen rundlichen oder nach einer oder mehreren Richtungen ausgezogenen Gasporen und Partikelchen eines braunen, globulitisch entglasten Magmas erfüllt. Augitmikrolithe schliessen sie nur selten ein, farblose, wirr durcheinander liegende Apatitnadeln hingegen sehr oft und in grosser Zahl; einige von ihnen sind so fein, dass man von einer Spaltbarkeit keine Spur bemerkt, diejenigen aber, die sich zu einer grösseren Ausdehnung erheben, zeigen die charakteristische Spaltbarkeit sehr deutlich.

2. Plagioklas in einigen Individuen; er polarisirt wie Sanidin und zeigt schöne Lamellarstructur; die Ecken sind oft abgestumpft, die Ränder ausgesprengt; die Auslöschungsschiefe ergab stets Werthe unter 25°.

3. Ein grüner Augit fast nur in Fragmenten: seine Verbreitung ist sehr schwankend; in manchen Schliffen wurde er gar nicht beobachtet.

4. Dunkelbrauner Glimmer mit leistenförmigen Durchschnitten. Biegungen, Zerbrechungen und Ausfaserungen seiner Krystalle, wo diese in Hohlräume hineinragen, kann man sehr häufig begegnen. In vielen Durchschnitten sieht man in der Richtung der Faserung verlaufende, dunkle Rechtecke, die meistens scharf begrenzt sind und fast opak sind; sie kommen wahrscheinlich durch Infiltration von Eisenoxyd zu Stande. Obwohl im Allgemeinen noch unzersetzt, hat der Glimmer doch schon die scharfen Umrisse grösstentheils verloren.

5. Nur in wenigen Individuen trifft man ein Mineral in säulenförmigen, in der Längsrichtung wie gefasert aussehenden Krystallen von blassrosenrother Farbe mit Dichroismus und gerader Auslöschung; es sind dies Apatitkrystalle; sie liegen nicht, wie es bei den wasserhellen gewöhnlich der Fall ist, im Feldspath, sondern im Cement.

Digitized by Google

Andere Einschlüsse:

1. Ein gesteinsähnlicher Einschluss etwa zu einem Drittel aus globulitisch entglaster Basis bestehend; die anderen zwei Drittel werden von Sanidinnadeln und nur wenigen braunen Schüppchen und Magnetitkörnern gebildet; Sanidineinsprenglinge sind äusserst selten.

2. Aggregate von schmutzig grünem Augit in Stäbchen.

3. Stücke eines pechsteinähnlichen Gesteins, zum grössten Theil aus einer dunklen, glasigen Masse mit Mikrofluidalstructur bestehend. Sanidinnadeln, einige blassgrüne Augitkryställchen und viele opacitische Körnchen machen ungefähr ein Drittel aus.

4. Endlich grössere Massen eines Gesteins, das in petrographischer Hinsicht einem Augit-Andesit entspricht.

Sein Korn ist mittelfein; der glasige Plagioklas hebt sich vom Glimmer recht gut ab. Der Augit fällt wegen des Vorherrschens des Glimmers makroskopisch nicht auf.

Unter dem Mikroskop erscheint der Plagioklas in 2 bis 3 Millimeter langen und bisweilen ebenso breiten, lebhaft polarisirenden Leisten mit zahlreichen Lamellen; er zeigt noch keine Spur von Zersetzung. Gasporen und Glaseinschlüsse finden sich häufig, ebenso Augitmikrolithe und Apatit in wasserhellen Nadeln von der verschiedensten Dicke und Länge. Die Auslöschungsschiefe betrug oft 30—40°. In der Kaliumquecksilberjodidlösung wurde er mit dem Anorthit vom Vesuv in Bezug auf das specifische Gewicht verglichen und als gleich schwer befunden (2·73). Der Plagioklas ist demnach ein Anorthit.

Der Augit hat ungefähr ebenso grosse Durchschnitte mit meist sehr unregelmässigen, eckigen oder abgerundeten Grenzen. Die Farbe ist grün bis grüngelb, Schalenstructur zeigt er oft schön. Als Einschlüsse können erwähnt werden: Glimmerleistchen, Augitkörnchen, Magnetit in grossen und kleinen Körnern oder spiessigen Aggregaten.

Der Glimmer ist von schwarzer Farbe, erscheint aber im Dünnschliff je nach der Stellung der Nicols bald lichtbraun, bald fast ganz dunkel; seine Durchschnitte sind theils tafelförmig, theils in der Richtung der Streifung gestreckt.

Nur sehr spärlich findet sich braune Hornblende mit unregelmässigen oder auch deutlich monoklinen, stark dichroitischen Durchschnitten und charakteristischer Spaltbarkeit, so dass sie mit Glimmer nicht leicht verwechselt werden kann.

Digitized by Google

Gelber Tuff.

Eine amorphe, gelbe Masse bildet den Hauptbestandtheil des Kittes und verleiht ihm sein erdiges Aussehen. Erst bei gekreuzten Nicols bemerkt man noch Sanidinnadeln, Glimmerleistchen und braune Schüppchen; Magnetitkörnchen sind zahlreich vertreten. Die krystallinischen Elemente treten gegen die amorphe Masse sehr zurück. Spuren vollständig verwitterter und deshalb nicht mehr erkennbarer Minerale begegnet man nicht selten.

Einschlüsse:

1. Ein grobkörniges, dunkel gefärbtes Gestein. Seine Elemente sind:

Schwarzer Augit in 2—3 Millimeter langen Krystallen, an denen man die Combination $\infty P\infty$. $\infty \breve{P}\infty$. ∞P mit einer Hemipyramide oft deutlich beobachten kann; glasglänzende Feldspathkrystalle, von denen 3 Millimeter lange die längsten sind und endlich schwarzer Glimmer. Bei blosser Untersuchung mit unbewaffnetem Auge wäre man sehr geneigt, den Glimmer für denjenigen Gemengtheil zu halten, der am reichlichsten vertreten wäre. Die mikroskopische Untersuchung jedoch stellt fest, dass der Glimmer von einem Augit, der makroskopisch gar nicht in die Augen fällt, an Häufigkeit übertroffen wird.

Die Durchschnitte des Augits sind blassgrün bis gelblichgrün, je nach der Stellung zu den Schwingungsebenen der Nicols; denn fast an allen Durchschnitten, besonders an denjenigen, welche nahezu senkrecht auf die Prismenzone geführt sind, bemerkt man einen nicht unerheblichen Pleochroismus. Sowohl vollkommen ausgebildete Krystalle als auch Hemmungsbildungen, hervorgebracht durch Verwachsung mehrerer Individuen, sind nicht selten. Zonaler Aufbau liess sich an mehreren Individuen beobachten. Der Augit hat in der Regel noch ein frisches Aussehen, nur auf den Sprüngen zeigt er bisweilen eine braune Bänderung. Als Einschlüsse können erwähnt werden: Kugelige oder längliche oder auch anders gestaltete, dunkelbraune, durch Concentration von globulitisch entglaster Basis entstandene Körperchen; stellenweise finden sich auch grössere Kugeln aus derselben Substanz.

Der Feldspath ist ein Plagioklas. Seine Durchschnitte sind leistenförmig aus vielen Lamellen zusammengesetzt; Einschlüsse wie

Digitized by Google

im Augit, nur in sehr verschiedener Menge; auch die Risse sind wie dort von Limonit braun gefärbt. Letzteres aber, sowohl hier wie dort, gilt nur von denjenigen Individuen, die sich in der Nähe der Contactfläche des Einschlusses mit dem Bindemittel befinden. Der Limonit ist nämlich hier ein Zersetzungsproduct des Magnetits, der wohl im Bindemittel eine grosse Rolle spielt, aber in diesem Einschluss völlig zu fehlen scheint. Nach der Auslöschungsschiefe (Maximum 35°) und dem specifischen Gewicht (2·762) muss der Plagioklas ein anorthitähnlicher sein.

Der dunkelbraune Glimmer erscheint in den gewöhnlichen Durchschnitten. Seine Spalten sind unter gleichen Umständen wie bei den vorigen Mineralen von Limonit dunkelbraun gefärbt.

Ein nur äusserst selten vorkommendes Mineral ist der Olivin. Er wurde nur einmal und da an der Contactfläche des Einschlusses mit dem Cement angetroffen. Die Ränder und Risse sind schon in Limonit umgewandelt.

Glasbasis scheint gänzlich zu fehlen.

In petrographischer Hinsicht entspricht dieser Einschluss einem Augitandesit.

2. Rollstücke eines Mineralaggregates mit dunklem Grunde und helleren Flecken. Unter dem Mikroskop erkennt man sofort die Ursache der braunen Flecken. Sie sind als Centra zu betrachten, von welchen die Imprägnirung des Einschlusses mit braunem Farbstoff ausgegangen ist. Ihre Entstehung verdanken sie der Zersetzung des Olivins, der in zahlreichen, grossen Körnern, aber auch in Krystallen mit charakteristischen Durchschnitten auftritt. In vielen Fällen ist er so vollständig zersetzt, dass von der Olivinsubstanz gar nichts mehr zu sehen ist. Die Umrisse sind stehen geblieben und schliessen jetzt nur mehr die braune Zersetzungsmasse ein. In anderen Fällen ist noch ein wenig Olivinsubstanz erhalten geblieben. Olivine aber, die in dem Masse noch unzersetzt sind, dass die Zersetzungsproducte nur auf den Sprüngen ein Maschenwerk bilden, finden sich äusserst selten. Nirgends wurde Serpentinisirung angetroffen.

Während die Olivindurchschnitte 3 Millimeter im Durchmesser selten übersteigen, erreichen die des Augits in der Regel eine Länge von 4—5 Millimetern. Die Krystalle sind dick säulenförmig durch ziemlich gleiche Ausbildung des Ortho- und Klinopinakoids.

Digitized by Google

Im Dünnschliff wird der makroskopisch schwarze Augit grau, wo er sehr dünn ist, fast farblos; er zeigt auch schwachen Pleochroismus von blassgrau bis blassviolett. Ausgenommen die Sprünge, auf welchen er durch Eisenhydroxyd gefärbt ist, ist er ziemlich rein. Einschlüsse von globulitisch entglasten Magmafetzen sind selten. Die grössere Anzahl der Krystalle sind polysynthetische Zwillinge von der Eigenschaft, dass 5—6 oder noch mehr sehr schmale Lamellen zwischen zwei breiteren, äusseren zu liegen kommen: bei gekreuzten Nicols heben sie sich durch lebhafte Polarisationsfarben scharf von einander ab, während sonst eine Streifung kaum merkbar ist. Mit dieser Zwillingsstreifung sind aber nicht zu verwechseln die lebhaften, gewundenen Bänder, die nach verschiedenen Richtungen über die Augitdurchschnitte hinziehen; sie sind aus verschieden gefärbten Streifen zusammengesetzt und folgen den Sprüngen; man wird sie deshalb wohl auf durch diese Spalten hervorgebrachte Interferenzerscheinungen zurückführen müssen. Die Auslöschungsschiefe auf der Symmetrieebene ist ungefähr 45°, was auf einen eisenreichen Augit schliessen lässt.[1])

Die Räume zwischen dem Augit und dem Olivin füllt ein Plagioklas aus. Er ist mit Eisenoxydhydrat oft so überzogen, dass die 1—2 Millimeter langen Leisten mit ihrer Zwillingsstreifung nur sehr undeutlich hervortreten; Verwitterung zeigt er noch nicht. Bei der Bestimmung der Auslöschungsschiefe ergaben sich verschiedene Werthe, aber niemals über 30°.

Als Zwischenklemmungsmasse trifft man bisweilen kleine Partien globulitisch entglaster Basis.

Mit Rücksicht auf die mineralogische Zusammensetzung könnte man diesen Einschluss einen basaltischen nennen; allein der ganze äussere Habitus ist entschieden dagegen. Er ist eben nur ein Ausscheidungsproduct des Magmas, wahrscheinlich schon im Vulcane gebildet.

3. Dichter andesitischer Einschluss. Man kann an ihm eine Grundmasse und porphyrartige Einsprenglinge unterscheiden.

Die Grundmasse enthält Feldspath in Nadeln und Stäbchen, von denen die meisten lamellirt erscheinen, also trikliner Natur

[1]) C. Doelter, „Ueber die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften von der chemischen Zusammensetzung beim Pyroxen“ im „Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie“, 1885, I. Bd.

Digitized by Google

sind; indess dürften andere wohl dem Sanidin angehören; ferner zahlreiche Fetzen und Kryställchen von grünem Augit, lichtgraue, rauh erscheinende Mikrolithe, lebhaft wie Kaliglimmer polarisirende Schüppchen, Magnetit in Octaëdern und Körnchen, die ziemlich gleichmässig vertheilt sind, dann Apatit in zwei Formen: die eine zeigt lange, 0·03 Millimeter dicke, bräunliche, wie bestäubt aussehende Säulchen; diese finden sich gerne in der Nähe grösserer Augitkrystalle, die bisweilen auch von ihnen durchwachsen sind; die andere Form stellt die bekannten, wasserhellen Nadeln dar, und hat alle Uebergänge bis zur trichitischen Form. Dazu kommen noch kleine Partien einer bräunlichen, amorphen und einer grauen, schwach polarisirenden Masse; die erstere scheint in Zersetzung begriffene Glasbasis zu sein, die letztere aber ist ein Zersetzungsproduct eines Feldspaths. Der Feldspath ist bei weitem vorherrschend, so dass die Grundmasse im Dünnschliff ein helles durch Magnetit schwarz getüpfeltes Bild gibt.

Ausscheidungen der ersten Erstarrungsphase sind:

Plagioklas in noch ziemlich frischem Zustande. Die Durchschnitte sind leistenförmig. Lamellarstructur zeigt sich sehr schön. Magnetit und Glasbasis erfüllt ihn bisweilen so, dass einige Stellen ganz undurchsichtig werden, auch Augitkörner finden sich als Einschluss. Das Maximum der Auslöschungsschiefe ist circa 30°.

Sanidin; er hat gewöhnlich hexagonale, gestreckte Durchschnitte. Die Polarisationsfarbe ist blaugrau; Karlsbader Zwillinge sind nicht häufig; Einschlüsse fehlen fast ganz. Er ist nicht mehr so frisch wie der Plagioklas, indem die meisten Krystalle eine Zersetzung schon deutlich erkennen lassen. Sie beginnt an den Rändern und Rissen; ihr Product ist eine graue, schwach polarisirende Masse, wie man sie auch in der Grundmasse antrifft; an den Kreuzungspunkten der Risse sieht man oft schon eine bedeutende Menge dieser Substanz angehäuft.

Glimmer; es ist dunkelbrauner Magnesiaglimmer mit lang leistenförmigen oder tafelförmigen Durchschnitten. Magnetitkörner sind häufig eingelagert, manchesmal in solcher Menge, dass der Glimmer fast ganz opacitisch wird. Zerbrochene Krystalle findet man nicht selten.

Augit in prismatisch-pinakoidal-säulenförmiger Ausbildung. Seine Farbe ist gelblichgrün; zonalen Aufbau beobachtet man oft.

Digitized by Google

Die gewöhnlichen Einschlüsse sind: Magnetit in kleinen Körnern oder grösseren Klumpen, Grundmasse und Partien eines globulitisch entglasten Magmas. Zerbrochenen Krystallen begegnet man auch hier.

Die Einsprenglinge machen nur einen sehr kleinen Theil des Einschlusses aus.

Der Einschluss entspricht in petrographischer Hinsicht einem dichten Augit-Andesit.

4. Quarz-trachytischer Einschluss. Es ist ein lichtfarbiges Gestein mit sehr rauher Oberfläche, zahlreichen Hohlräumen, die mit Tridymitkryställchen oft dicht besetzt sind. Die Grundmasse ist eine graue, leicht zerreibliche Substanz; hat also domitische Ausbildung.[1]) In ihr liegen viele, bleichamethystfarbene Quarzkörner mit einem Durchmesser von mehreren Millimetern, hexagonale oder unregelmässig umrandete Blättchen von dunkelbraunem Glimmer, deren grösster Durchmesser beiläufig $1^1/_2$ Millimeter beträgt, endlich 5—6 Millimeter lange, glasige Feldspathkrystalle.

Trotz des häufigen Vorkommens des Quarzes findet man ihn im Dünnschliff nur selten, da er wegen der lockern Consistenz der Grundmasse beim Schleifen leicht herausfällt. Seine Durchschnitte sind unregelmässig lappig, bewirkt durch das Hineindrängen der Grundmasse. Seine Polarisationsfarbe ist sehr lebhaft, bisweilen aber auch grau, wodurch er dem Sanidin in Körnerform sehr ähnlich wird. Als Einschluss wäre Grundmasse zu nennen; sonst ist er ziemlich rein.

Der Plagioklas hat gewöhnlich breite Leisten als Durchschnitte und eine verschiedene Lamellarstructur; bald sind nämlich die Lamellen schmal, bald wechselt eine schmale Lamelle ganz regelmässig mit einer breiten. Die Polarisationsfarbe ist blaugrau, bisweilen lebhaft wie beim Quarz. An Einschlüssen ist der Plagioklas arm. Sein specifisches Gewicht ist 2·532 und das Maximum der Auslöschungsschiefe unter 20°.

Glimmerdurchschnitte sind selten; sie sind durch Verunreinigung fast opacitisch. An den Enden sind die Leisten immer zerrissen oder ausgesprengt.

Die soeben erwähnten porphyrischen Einsprenglinge bilden nur einen kleinen Theil von der Masse des Einschlusses.

---

[1]) Vgl. F. Zirkel, Lehrbuch d. Petrographie. II. Bd. Bonn 1866, pag. 173—174.

Digitized by Google

Weit mehr betheiligen sich Calcedonsphärulithe an der Zusammensetzung des Einschlusses, etwa die Hälfte der Masse bildend. Vollständig kugelförmig sind sie selten ausgebildet, meist stellen sie nur Kugelsectoren dar, fast genau so, wie sie Fouqué abgebildet hat.[1]) Sie treten erst bei gekreuzten Nicols hervor; sonst sind sie durch opacitische Körnchen, welche zwischen den Fasern ausgeschieden liegen, erkennbar.

Die eigentliche Grundmasse, welche die Räume zwischen den Sphärulithen und den Einsprenglingen ausfüllt, besteht zum grössten Theile aus einer grauen, gekörnelten, amorphen Substanz und nur etwa zum vierten Theile aus krystallinischen Elementen. Diese sind grösstentheils Feldspathleisten, worunter viele gerade auslöschen und keine Spur von Zwillingsstreifung zeigen; sie dürften wohl dem Sanidin angehören.

5. Syenitischer Einschluss.

Dieses Gestein ist mittelfeinkörnig, durch Vorherrschen des Feldspaths grau und durch Hornblende und Glimmer schwarz gefleckt oder punktirt. Es hat dem Aussehen nach ausserordentlich grosse Aehnlichkeit mit einem Syenit.

Unter dem Mikroskope erkennt man sofort seine holokrystallinische Ausbildung mit richtungsloser Structur und kann man ausser den oben erwähnten Mineralen auch noch Titanit, Apatit und Magnetit constatiren.

Der Feldspath macht mehr als $^3/_4$ der Gesammtmasse aus und ist Sanidin. Niemals zeigt er Krystalle, sondern stets nur Körner von der verschiedensten Grösse, die in mannigfacher Weise verwachsen und durchwachsen sind. Ziemlich rein sind sie äusserst selten, meistens von ganzen Schwärmen von Gasporen und dunklen Globuliten durchzogen; auch feine Apatitnadeln bemerkt man oft.

Wie fast überall, wo Sanidin ist, sich auch ein Plagioklas hinzugesellt, so finden sich auch hier einige fein lamellirte Plagioklaskrystalle. Das specifische Gewicht wurde in der Kalium-Quecksilberjodidlösung auf 2·715 bestimmt; dies spräche für Anorthit.

Der gelbe Tuff ist deshalb von grossem Interesse, weil er die verschiedenartigsten Gesteine enthält: Augitandesit, Quarztrachyt, Syenit u. a., lauter Gesteine, die in dieser Form und Ausbildung auf den Ponzainseln gänzlich fehlen.

---

[1]) Fouqué und Michel Lévy, l. c. pl. XV, Fig. 1 u. XVI, Fig. 1.

Digitized by Google

Ausserdem erwähnt noch Doelter sedimentäre Gesteine als: Gneiss, Gabbro u. a.

Doelter verglich den Tuff mit dem Peperin, mit dem er äusserlich Aehnlichkeit hat; indessen existirt, wie sich aus dieser Untersuchung herausstellt, keinerlei Zusammenhang.

Zum Schlusse soll noch die chemische Analyse des kalkigsandigen Tuffes von Ventotene gegeben werden, den Doelter in seiner Arbeit, pag. 38, erwähnt. Sie ist ausgeführt worden im chemischen Laboratorium der Wiener Universität von A. Cobenzl und hat folgendes Resultat geliefert:

SiO_2	30·81
CO_2	18·37
CaO	23·89
Al_2O_3	9·06
Fe_2O_3	3·49
FeO	3·43
MnO	0·13
MgO	1·23
Na_2O und K_2O	5·54
H_2O	3·24
	99·19

Man sieht daraus, dass der Tuff vorwiegend kalkiger Natur ist, indem sich ein Kalkspathgehalt von 41·75 Procent ergibt. Zieht man denselben ab, so ergibt sich als chemische Constitution des Gesteins folgende:

SiO_2	53·64
Al_2O_3	15·77
Fe_2O_3	6·07
FeO	5·97
MnO	0·23
CaO	0·89
MgO	2·14
K_2O und Na_2O	9·64
H_2O	5·64
	99·99

Wie daraus ersichtlich ist, stimmt dies Gestein nicht mit dem Basalte, da es bedeutend saurer ist und auch wenig alkalische Erden enthält. Der hohe Wassergehalt deutet auf Zersetzung.

Digitized by Google

III. Gesteine von Santo Stefano.

Die geologische Beschaffenheit der Insel Santo Stefano ist so sehr der von Ventotene ähnlich, dass Professor Doelter die Ansicht aussprach, beide seien Ueberreste eines und desselben Kraters [1]) Wie auf Ventotene, so findet man auch hier zu unterst Lavaströme, die von Tuffen überlagert sind. Die Lava ist aber keine basaltische, sondern eine trachytische, eine Thatsache, die auf eine zeitlich verschiedene Entstehung beider Inseln hinweist. Nur in einer tiefen Schlucht an der SW.-Küste, welche Dolomieu als Krater erklärt hatte, sind die Verhältnisse etwas anders Es liegt zu unterst eine Basaltschicht und darüber, wechselnd mit Tuffen, Lavabänke. [2])

Trachytische Lava. [3])

In der dichten, grauen, an manchen Stellen in's bläuliche stechenden Grundmasse liegen 1—2 Millimeter lange Sanidinkrystalle als primäre Ausscheidungen eingebettet.

Die Untersuchung unter dem Mikroskop bestätigt dies und lässt auch das Vorkommen eines Plagioklas ausser Zweifel erscheinen.

Der Sanidin als primäre Ausscheidung zeigt rechteckige oder hexagonale Umrandungen seiner Durchschnitte, die oft stark rissig, entweder fast ganz rein oder durch globulitisch entglaste Basis verunreinigt sind. Während der lamellirte Plagioklas überhaupt sehr selten und nur als primäre Ausscheidung beobachtet werden konnte, trifft man den Sanidin auch als secundäre in der Grundmasse. Diese besteht nämlich aus Sanidin in Stäbchen und Körnchen, aus brauner Hornblende und braunem Glimmer in kleinen Kryställchen, zahlreichen, braunen Schüppchen, Augitmikrolithen, Magnetit in Körnchen und einer grauen, granulösen, stellenweise braun gefärbten, amorphen Substanz, die etwa ein Drittel der Grundmasse ausmacht. Hohlräume sind in der Grundmasse ziemlich häufig. Der hier und da auftretende bläuliche Farbenton rührt von einem blauen, in Stäbchen, Fetzen und Nadeln bisweilen massenhaft vorkommenden Mineral her. Es ist pleochroitisch mit einem Farbenwechsel von grünlichblau nach blassblau oder blassbraun.

[1]) Doelter C., l. c. pag. 41.

[2]) Ibidem.

[3]) Sie bildet die Hauptmasse des Trachyts.

Digitized by Google

Apatit oder Turmalin kann es nicht sein, da die Nadeln schief auf die Längsrichtung auslöschen. Das äussere Aussehen hat grosse Aehnlichkeit mit dem des Glaukophans, wie er in krystallinischen Schiefern vorkommt. Die Auslöschungsschiefe der Nadeln beträgt ungefähr 15°, spricht also für ein hornblendenartiges Mineral; dass sie nicht die des Glaukophans ist, die auf der Verticaltaxe $6^1/_2$—7° beträgt, mag darin seinen Grund haben, dass nicht reiner Glaukophan, sondern eine isomorphe Mischung von Natronsilicat mit viel Kalk- und Magnesiasilicat vorliegt.

Ein Schmelzversuch ergab leichte Schmelzbarkeit. Mit der Annahme des glaukophanähnlichen Minerales stimmt auch der hohe Natrongehalt, den Doelter bei der chemischen Analyse fand. Sie ergab folgendes Resultat [1]):

SiO_2	54·13
Al_2O_3	25·39
Fe_2O_3	1·97
MnO	Spur
CaO	6·99
MgO	3·01
K_2O	3·67
Na_2O	5·23
Glühverlust	1·03
	101·42

Der hohe Natrongehalt erklärt sich sehr einfach durch die Annahme einer natronhältigen Hornblende. [2])

[1]) Doelter C., l. c. pag. 40.

[2]) Vgl. J. Roth, „Zur Kenntnis der Ponzainseln." Sitzungsbericht der kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; Gesammtsitzung vom 15. Juni 1882, pag. 632.

Roth wendet sich hierin gegen den hohen Natrongehalt, welcher bei der Häufigkeit des Orthoklas nicht erklärbar sei, wobei ihm allerdings der erst in neuerer Zeit durch die Arbeiten von Doelter, Mann und Merian bekannt gewordene hohe Natrongehalt vieler Augite unbekannt war. Man kann wohl heutzutage sagen, dass eine Kritik der Analyse durch die Thatsache sehr beeinträchtigt wird, dass die mineralogischen Bestandtheile der Gesteine keine constante Zusammensetzung haben, sondern von der Natur des Magmas abhängig sind. Eine genaue Kritik der Bauschanalyse ist daher nur dann zulässig, wenn auch Partialanalysen der Gesteinsbestandtheile vorliegen.

Doelter C., Die Vulcane der Capverden. Graz 1882. — Mann Paul, Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. 1884, II. Bd., pag. 174. — Merian, Ebenda. Beilage-Band 1885, pag. 3.

Digitized by Google

Trachyt vom Krater.

Wie der oben erwähnte, muthmassliche Krater schon in geologischer Hinsicht eine Ausnahme macht, so thut er dies auch in der Ausbildung seines Trachytes. Die Abweichung bezieht sich vorzüglich auf die Entwicklung der Grundmasse. Diese besteht wenigstens zu drei Viertel aus einem Gewirre von Sanidinnadeln. Sanidin in Körnchen trifft man nur selten; statt der zahlreichen braunen Schüppchen, wie sie im vorigen Trachyt vorkommen, treten hier nur spärlich braune, etwas gestreifte Leistchen auf, die im Aussehen grosse Aehnlichkeit mit Glimmer haben, aber auf polarisirtes Licht fast gar keine Wirkung ausüben. Glasbasis kommt in verschiedener Menge vor; theils ist sie hellbraun und homogen, theils globulitisch entglast und dann durch die Körnchen dunkler erscheinend. Magnetitkörnchen sind überall in reicher Vertheilung vorhanden. Die Hohlräume, die ziemlich häufig vorkommen, sind in der Regel von einer braun gekörnelten, amorphen Substanz ausgekleidet; ob diese ein Zersetzungsproduct herausgewitterter Mineralien, oder globulitisch entglaste Basis ist, mit der sie grosse Aehnlichkeit hat, ist schwer zu entscheiden.

Porphyrisch eingesprengt scheint nur der Sanidin in grösseren Mengen vorzukommen. Augitfetzen begegnet man nur äusserst selten.

Die Durchschnitte des Sanidins stellen gestreckte Hexagone oder Rechtecke dar. Sie polarisiren grau oder hellgelb. Zwillinge wurden nirgends bemerkt. Er hat ein sehr frisches Aussehen und ist ausser winzigen, opaken Körperchen von Einschlüssen ziemlich frei.

Das blaue Mineral sowie Hornblende und Glimmer in deutlichen Leisten fehlen vollständig.

Auf Santo Stefano kommt häufig ein Tuff vor, von dem ein Einschluss besonders untersucht worden ist.

Einschluss im schwarzen Tuff.

Er besteht, makroskopisch betrachtet, aus einer dunkeln, sehr porösen Grundmasse und zahlreichen Einsprenglingen, die da sind: Plagioklas, Augit, Glimmer.

Durch die mikroskopische Untersuchung erfährt man, dass auch der Olivin an der Zusammensetzung Antheil nimmt.

Digitized by Google

Der Plagioklas erscheint in etwa 2 Millimeter langen Leisten. Die Zwillingsstreifung tritt bald scharf hervor, bald ist sie verschwommen; zonarer Aufbau wurde an einigen Individuen beobachtet. Die gewöhnlichen Einschlüsse des Feldspaths sind:

Apatitnadeln, braune, glasige Basis, die bald homogen, bald globulitisch entglast erscheint, bisweilen auch zu dunkelbraunen Kugeln concentrirt ist, und Grundmasse, die oft centrale Anhäufung zeigt.

Als Maximum der Auslöschungsschiefe ergab sich ein Winkel von 45°. Das specifische Gewicht ist 2·751; es wurde mit der Kaliumquecksilberjodidlösung bestimmt. Der Feldspath ist demnach wieder ein Anorthit.

Die nächst häufigste primäre Ausscheidung ist der Augit. Vollkommen ausgebildete Krystalle gibt es nur wenige; die meisten sind zerbrochen oder miteinander verwachsen, so dass regelmässige Contouren nur selten auftreten. Die grössten Durchschnitte haben einen Durchmesser von circa 3 Millimetern. Die vollständigen Krystalle sind intensiv grün; im Dünnschliff werden sie hell grün, welche Farbe beim Drehen des Präparates auf dem Objecttisch innerhalb enger Grenzen wechselt. Trotzdem aber ist der Augit kein rhombischer, sondern ein monokliner, da er an Durchschnitten, senkrecht auf die Prismenzone, seitlichen Austritt einer Elasticitätsaxe zeigt. Zonarstructur ist recht häufig. Ausser den Einschlüssen des Plagioklas beherbergt er noch zahllose Augitmikrolithe und kleine Gasporen, welch' letztere meistens zu Gruppen vereinigt sind.

Der dunkelbraune Glimmer kommt nur selten vor und zeigt nichts Auffallendes.

Der Olivin tritt sowohl in Krystallen als auch in Körnern auf. Eingeschlossen finden sich in ihm die schon erwähnten dunkelbraunen Kugeln, Gasporen mit Bläschen und Grundmasse. Auffallend ist es, dass er noch gar keine Spur von Zersetzung zeigt.

Die durch Gasporen der verschiedensten Gestalt ausgezeichnete Grundmasse besteht aus einer braunen, bald homogenen, bald globulitisch entglasten Basis mit secundären Ausscheidungen. Diese sind:

Plagioklas in Leistchen, grüne Augitmikrolithe in enormer Zahl, Apatit in wasserhellen Nadeln und einigen dickeren ebenfalls farblosen Säulchen und zahlreichen Magnetitkörnern. Die Glasbasis nimmt zum mindesten zwei Drittel der Grundmasse ein, und diese verhält sich zu den Einsprenglingen ungefähr wie 2:3.

Digitized by Google

Dieser Einschluss ist ein basaltischer und hat mit der Basaltlava von Ventotene grosse Aehnlichkeit; er unterscheidet sich aber von ihr durch das reichlichere Vorhandensein einer Glasbasis und das häufige Vorkommen des Apatits.

Ueberblicken wir nun die Resultate unserer Untersuchung, so muss vor Allem die Verbreitung des Anorthits in die Augen fallen. Er wurde nicht nur in den meisten Rhyolithen von Ponza und dem La Guardia-Trachyt gefunden, sondern auch im Basalt von Ventotene und mehreren Einschlüssen. Ziemlich rein muss der Anorthit im Basalt von Ventotene und dem basaltischen Einschluss von Santo Stefano sein, da für den ersteren das Maximum der Auslöschungsschiefe circa 43°, für den letzteren circa 45° beträgt. Freilich ist diese Bestimmung keine exacte, aber doch approximativ richtig. Dagegen konnte er in vielen trachytischen Gesteinen und Einschlüssen durch die Bestimmung des specifischen Gewichtes sicher nachgewiesen werden; seine Häufigkeit in den Einschlüssen von Ventotene ist eine ganz auffallende.

Olivin wurde auch im Trachyt von Ponza gefunden, einem Gestein, in dem er zu fehlen pflegt.

Ueberall, wo der Olivin in Zersetzung begriffen ist — und dies ist, ausgenommen den Olivin im basaltischen Einschluss von Santo Stefano, immer der Fall — findet eine Zersetzung in Eisenhydroxyd statt, niemals aber in Serpentin. Sollte es sich bewahrheiten, dass das blaue Mineral im Trachyt von Santo Stefano Glaukophan ist, so wäre das ein ganz neues Vorkommnis; denn bis jetzt wurde der Glaukophan nur in Schiefergesteinen gefunden.

Endlich ist noch zu bemerken, dass die häufigen, in den Tuffen Ventotenes vorkommenden Einschlüsse, die äusserlich an Syenit oder Diorit erinnern, wahrscheinlich nicht Einschlüsse solcher Gesteine sind, sondern jüngere Bildungen. Es sind vielleicht nichts anderes als holokrystallin erstarrte Magmen, die sich bei rascher Erstarrung als trachytische oder basaltische Gesteine ausgebildet hätten; jedenfalls wären sie dann als primäre Erstarrungsproducte anzusehen.

Graz, Mineralogisches Institut, im Mai 1886.

Digitized by Google

V. Diabasporphyrit aus der Umgegend der Stadt Petrosawodsk im Olonetzer Gouvernement.

Von Constantin von Vogdt.

(Aus dem geologischen Cabinet der Universität zu St. Petersburg.)

(Mit Tafel I.)

Auf der geologischen Landkarte des Olonetzer Gouvernement des Akademiker G. Helmersen[1]) ist die Verbreitung des Porphyrit in einiger Entfernung von der Stadt Petrosawodsk dargestellt. Im Sommer des Jahres 1884 habe ich diesen Ort besucht und das gesammelte Material, welches sich als Diabasporphyrit erwies, einer ausführlichen Durchforschung unterworfen.

Der Porphyrit ist in einer Entfernung von 30 Kilometern NW. von Petrosawodsk, 4 Kilometer W. vom Dorfe Widanskoie verbreitet. Dies Gebiet ist mit einer mächtigen Schichte Diluvialablagerungen, deren Durchschnitte an den Flüssen eine Höhe von 15—20 Metern erreichen, bedeckt. Die Ablagerungen älterer Systeme — Huronische Thonschiefer und paläozoische Dolomite — sind an wenigen Stellen entblösst. Was die Eruptivgesteine anbetrifft, so erscheinen sie an der Oberfläche in Gestalt von roches moutonnées und Schtschelgen[2]), welche Formen des Ausgehens der Felsarten in dem nördlichen Gebiet Russlands sehr verbreitet sind.

Der Diabasporphyrit bildet einige vereinzelte roches moutonnées, deren lange Axe eine nordsüdliche Richtung hat und 80—100 Meter erreicht. Die Ausgänge sind 20—30 Meter breit und gegen 6 bis 8 Meter hoch. Dieses Gestein erscheint in zwei verschiedenen Varietäten: 1. Feldspathporphyrit, in welchem der porphyrartig ausgeschiedene Feldspath an Grösse und Zahl der Krystalle den porphyrartigen Augit übertrifft, und 2. Augitporphyrit mit porphyrartigem Augit ohne Feldspath-Einsprenglinge. Die erste Varietät bildet vier

[1]) Geologische und physico-geographische Beobachtungen im Olonetzer Bergrevier von G. v. Helmersen.

[2]) L. c. S. 62, Fig. 12.

Digitized by Google

roches moutonnées, welche hintereinander liegend in nordsüdlicher Richtung, auf der Strecke von zwei Kilometern, sich längs des östlichen Ufers des kleinen Podanskoiesees hinziehen. Den Augitporphyrit habe ich in einem separaten roche moutonnée in einer Entfernung von 3 Kilometern NO. vom Feldspathporphyrit gefunden. Meine Untersuchungen concentrirten sich hauptsächlich auf die erste, als auf die interessantere Varietät.

Feldspathporphyrit. In dunkler und dunkelgrauer Grundmasse mit einem splittrigen Bruche sind grosse hellgrüne Krystalle und kleinere schwarze eingesprengt, was aus der Fig. 1 auf Taf. I (makroskopisches Bild) ersichtlich wird.

Die hellgrünen Krystalle gehören ihrer Form und mikroskopischem Bau nach zum Feldspathe. Sie sind durch zweierlei Flächen begrenzt: die einen sind schmal und lang — 3 Millimeter breit bei einer Länge von 25 Millimetern — die anderen sind gleichmässiger ausgedehnt und besitzen bis 25 Millimeter im Durchmesser. Viele Flächen der ersten Art sind der Länge nach in zwei, sogar in drei Theile getheilt, von denen einer oder zwei einen Glasglanz, die anderen ein mattes Ansehen haben. An einigen Krystallen konnte man wahrnehmen, dass in zwei schmalen in den kurzen Kanten zusammentreffenden Flächen, die glänzenden Theile der einen, den matten Theilen der anderen entgegengesetzt waren. Die genaue Messung der Kantenwinkel ist äusserst schwierig, erstens wegen der Unvollkommenheit der Krystallflächen, zweitens ist es sehr schwer die Krystalle aus der Grundmasse auszuscheiden. Schmale Flächen in den langen Kanten mit den breiten zusammentreffend, bilden beinahe 90° Kantenwinkel. Die mit blossem Auge unmerkliche Zwillingsstreifung ist in den mikroskopischen Dünnschliffen auf den schmalen Flächen sichtbar und liegt den langen Kanten parallel. Auf Grund dieser Thatsachen, kann man sagen, dass diese Krystalle aus polysynthetischen Zwillingen des Albit-Gesetzes gebildet sind, die nach dem Carlsbadgesetz zusammengewachsen, weshalb eine Abwechslung glänzender und matter Streifen auf den langen Flächen entsteht. Die Krystalle sind in der Richtung der verticalen- und brachydiagonalen Axe ausgedehnt. Die Spaltbarkeit ist vollständig unmerklich, es gelingt nicht einmal Lamellen parallel den glänzenden Flächen abzuspalten. Dieser Umstand muss der Veränderung des inneren Baues der Krystalle, worüber ich weiter erwähnen werde,

Digitized by Google

zugeschrieben werden. Was die schwarzen kleinen 2—3 Millimeter im Durchmesser betragenden Krystalle anbetrifft, so gehören sie zum Augit, was man nur aus der mikroskopischen Untersuchung erschliessen kann, da ihre Form, ihrer Unregelmässigkeit wegen, sich zur Untersuchung nicht eignet.

Nach dem äusseren Ansehen der Grundmasse und der eingesprengten Krystalle des Feldspaths, kann man dieses Gestein in zwei Varietäten theilen: I. Die Grundmasse ist dunkel, die Krystalle des Feldspath sind hellgrün und II. die Grundmasse ist dunkelgrau, die Krystalle sind mosaikartig grün mit weissen Flecken. Diese Varietät ist in der Fig. 1 dargestellt. Aber ausser ihrem äusseren Aussehen, charakterisiren sich diese Varietäten auch durch ihre verschiedene chemische Zusammensetzung und durch den mikroskopischen Bau.

Seine äussere Form behaltend veränderte sich der Feldspath in beiden Varietäten mikroskopisch zu einem radial-strahligen Aggregat. Die Dünnschliffe des Feldspaths, die unter einem Mikroskop von Seibert (aus Wetzlar) untersucht wurden, stellen folgendes Bild dar (s. Fig. 2 und 3). Das ganze Gesichtsfeld ist mit strahligen und körnigen Bildungen ausgefüllt. Die farblosen, durchsichtigen strahligen Bildungen sind aus Säulchen zusammengesetzt deren Breite 0·003—0·007 Millimeter und deren Länge 0·02 Millimeter beträgt, was aus der Fig. 2, bei einer Vergrösserung von 305 zu ersehen ist Die Enden der Säulchen sind bald abgerundet, bald spitzig oder schartig, manchmal hat das ganze Säulchen die Form einer ausgedehnten Ellipse. Die Oberfläche ist vollständig rein und entbehrt jeder Streifung. Solche nach einander in der Richtung ihrer langen Axe sich lagernde, manchmal einander berührende, öfter aber durch kleine Zwischenräume getheilte Säulchen bilden Strahlen, die eine Länge von 0·5 Millimetern erreichen. Die Umrisse dieser Bildungen kann man bei gewöhnlichem Lichte schwer unterscheiden, vollständig deutlich erscheinen sie in polarisirtem Lichte. Die körnigen (Fig. 2 und 3) weniger, als die strahligen, durchsichtigen Bildungen sind aus Körnern zusammengesetzt, deren Durchmesser in denselben Grenzen, wie die Dicke der die Strahlen bildenden Säulchen schwankt. Auf dem hellen durchsichtigen Grund der Strahlenbildungen treten die Körner sehr deutlich hervor, und man kann sie durchaus nicht als trübe — Product der Kaolinbildung — annehmen. Die Gruppirung dieser zwei Elemente des mikroskopischen Baues der Feldspathe ist zweierlei:

Digitized by Google

I. In der ersten Varietät des Feldspathporphyrit mit der dunklen Grundmasse und den grünen Einsprenglingen sind die Strahlen und Körner über das ganze Präparat aus Feldspath ohne jegliche Ordnung zerstreut, wie man es aus der Fig. 3*a* ersehen kann. Nur an wenigen Stellen sehen wir, dass einige sich verbindende Strahlen parallele oder divergirende Bündel bilden. Die Körner bilden auch kleine Anhäufungen.

II. Ein anderes Bild stellt die zweite Varietät mit der dunkelgrauen Grundmasse und den mosaikartigen Krystallen dar, Fig. 3*b*. Die Strahlen gruppiren sich zu grossen Bündeln, die aus einzelnen, über den ganzen Krystall zerstreuten Punkten ihren Ausgang nehmen. Die Bündel haben die Form eines Kreissectors und ihr Austrittswinkel erreicht 100°. Dennoch hatte ich niemals die Gelegenheit, zu beobachten, dass die Strahlen von einem Punkte nach allen Richtungen ausgingen und eine sternartige Figur bildeten. Die Körner gruppiren sich hier nicht zwischen einzelnen Strahlen, sondern bilden grosse Anhäufungen zwischen den Strahlenbündeln. Der mosaikartige Charakter der Krystalle, der makroskopisch zu bemerken ist, entspricht vollständig ihrem innern Bau.

Die Strahlen ebenso wie die Körner bestehen aus einer doppelbrechenden Substanz. Die Untersuchung ihrer optischen Eigenschaften ist nur in parallelem polarisirtem Lichte möglich, weil ihre Grösse für Anwendung convergenten Lichtes zu unbedeutend ist. Dichroismus ist weder bei den Körnern noch bei den Strahlen wahrzunehmen. Die Strahlen zeigen zwischen parallelen Nicols hellblaue, zwischen gekreuzten complementäre Farben.

Sie besitzen gerade Auslöschung; in Folge dessen liefern solche Bündel, die an ihrer Spitze mehr als 90° umfassen, bei gekreuzten Nicols zwei dunkle Streifen, die mit den Faden des Oculars zusammenfallen. Die körnigen Massen wirken sehr schwach auf das polarisirte Licht. Zwischen gekreuzten Nicols zeigen die Körner bei der Brechung sehr schwache Aufhellung. Eine Interferenzfarbe ist nicht zu bemerken. Ihre Doppelbrechung erkennt man am besten bei der Untersuchung mit 45° gegen die Nicolhauptschnitte orientirter Gypsplatte, wobei man in den Körnern eine deutliche Farbenverschiedenheit leicht bemerken kann.

Bisher habe ich von den Körnern und Strahlen wie von zwei selbständigen Elementen des mikroskopischen Baues des Feldspaths

Digitized by Google

gesprochen. Dennoch glaube ich, dass man als selbständiges Element nur die Strahlen anerkennen kann, die Körner aber stellen nur Querschnitte der Strahlen vor. Dieses bestätigt die Thatsache, dass in den Dünnschliffen, in welchen die Strahlen einzeln zerstreut sind, die Körner auch zerstreut sind, wo die Strahlen aber in grosse Bündel vereinigt sind, bilden die Körner auch Anhäufungen. Falls diese Voraussetzung richtig ist, so haben wir in den Strahlen ein einaxiges Mineral, dessen optische Axe mit der Länge der Säulchen, die die Strahlen bilden, zusammenfällt. Der Unterschied in der Stärke der Doppelbrechung der Quer- und Längsschnitte ist vollständig klar. Wenn die Körner — Querschnitte der Strahlen — auf das polarisirte Licht schwach wirken, so kommt dieses daher, dass der Schnitt durch ein radialdivergirendes Strahlenbündel nicht zu den Axen aller Strahlen perpendiculär sein kann.

Es wurde schon früher erwähnt, dass die Strahlen einander nicht unmittelbar berühren. Die zwischen den Strahlen liegende Materie kann man nach ihrem Verhalten zum polarisirten Lichte für unveränderten Feldspath halten. Ausserdem finden sich kleine Felder des Feldspaths, manchmal mit Spuren von Zwillingsstreifung zwischen den Strahlenbündeln und Körner-Gruppen. Aus der Untersuchung der optischen Eigenschaften solcher Felder ergibt sich uns bis zu einem gewissen Grade die Möglichkeit, auf die ursprüngliche Natur des Feldspathes einen Schluss zu ziehen.

Da hier nicht nur das Abspalten von Lamellen nach den Spaltflächen nicht gelingt, sondern auch die Loslösung der Krystalle von der Grundmasse äusserst schwierig ist, so musste ich mich mit der Untersuchung von Präparaten begnügen, die entweder in willkürlicher Richtung angefertigt oder irgend einer Fläche parallel geschliffen waren. Anderseits wurde durch die Unvollkommenheit der Flächen die Messung der Kantenwinkel erschwert, sowie durch die complicirte Zwillingswachsung nach den Albit- und Carlsbader Gesetzen die genaue optische Orientirung und die Entscheidung, ob die Elasticitätsaxen eine positive oder negative Lage haben, unmöglich. Ausser Dünnschliffen in unbestimmter Richtung wurden von mir auch solche angefertigt, welche $0P$ und $\infty P\infty$, also den langen und tafelartigen Flächen der Krystalle parallel waren. Bei Untersuchung der Auslöschungswinkel kam ich zur Ueberzeugung, dass der von mir beschriebene Feldspath nicht gleichartig sei, sondern aus mit Plagioklas

Digitized by Google

durchwachsenem Orthoklas bestehe. Die Zwillingsstreifung zieht sich, wie ich bereits oben erwähnt habe, den langen Kanten der schmalen Flächen parallel hin. Aber lange nicht in allen Feldern des Feldspaths zeigen sich Spuren davon. Mitunter erscheint die Zwillingsstreifung in Gestalt kleiner Flecken oder nimmt nur eine Seite des unveränderten Theiles des Feldspaths ein. In den der Zwillingsstreifung entbehrenden Feldern auf den nach $0P$ angefertigten Dünnschliffen ist der Auslöschungswinkel 0^0 gleich, auf den Dünnschliffen aus derselben Zone $0P/\infty\breve{P}\infty$ beobachtete ich die Auslöschungswinkel gleich 2^0—3^0. Auf $\infty\breve{P}\infty$ war die Auslöschungsschiefe in Bezug auf die Combinations-Kante $0P$ mit $\infty\breve{P}\infty$ 14^0 gleich. Alle diese Zahlenwerthe sind für den Orthoklas charakteristisch. Die Untersuchung der Auslöschungswinkel der Plagioklas-Lamellen gab die mannigfachsten Werthe. Auf $0P$ war die Auslöschung auf einem Dünnschliffe 2^0 und auf einem anderen 3^0 $30'$ gleich; auf den Dünnschliffen aus der Zone $0P/\infty\breve{P}\infty$ schwanken die Auslöschungswinkel zwischen 1^0—26^0. In einigen Dünnschliffen unterscheiden sich zwei Systeme zusammengewachsener Lamellen nach der Grösse des Auslöschungswinkels, sehr scharf: Für die eine Hälfte der Lamellen 1^0, für die andere 11^0. Die Grenzen, in welchen die Grössen der Auslöschungswinkel liegen, sind weiter als die von Rosenbusch[1]) für Auslöschungswinkel irgend eines Plagioklases angegebenen. Deshalb möchte ich die Anwesenheit wenigstens zweier Plagioklase annehmen. Den erforderlichen Zahlenwerthen entsprechen am meisten Oligoklas und Labrador. Somit hätten wir hier also einen von Oligoklas und Labrador durchwachsenen Orthoklas vor uns.

In chemischer Beziehung wäre es am interessantesten gewesen, die Natur der strahligen Bildungen und die im Feldspath in Folge ihres Erscheinens stattfindenden Veränderungen zu erklären. Die Lösung der ersten Hälfte dieser Frage gelang mir nicht auf geradem Wege, d. h. mittelst der Analyse. Indem ich die Dünnschliffe des Feldspaths der Wirkung erst kalter und darauf kochender Salzsäure aussetzte und sie nachher mit Anilinlösung behandelte, bemerkte ich ausser dem Verschwinden des Chlorits aus den Spalten keine Veränderungen. Es konnte also die Partialanalyse in diesem Falle nicht angewandt werden. Ebenso sind mikrochemische Reactionen nicht anwendbar, weil die Grösse der Strahlenbildungen so

[1]) Rosenbusch, Mikrosk. Physiogr. der Mineralien. 1885, pag. 535.

Digitized by Google

unbedeutend ist, dass man, selbst diese feinen Untersuchungsmethoden anwendend, Gefahr läuft, statt der Strahlenbildungen die Zwischensubstanz des Feldspaths zu bestimmen. Der Charakter des bei der Bildung der Strahlen stattfindenden chemischen Vorganges wird nur durch Vergleichung der Analyse zweier Feldspathe, in welchen diese Bildungen verschiedene Grade der Entwicklung erreicht haben, einigermassen ersichtlich. Einen derartigen Fall stellen die zwei untersuchten Typen des Feldspaths vor.

In den unten stehenden Analysen stellt Nr. I die chemische Zusammensetzung des ersten Typus des Feldspaths mit schwach entwickelten, über dem ganzen Krystall ohne jegliche Ordnung zerstreuten Strahlenbildungen dar. Nr. II entspricht dem Feldspathe, dessen Strahlen die grösste Stufe der Entwicklung erreichen und sich zu grossen divergirenden Bündeln gruppiren.

	I	II
Spec. Gew.	2·79	2·83
SiO_2	53·24	52·08
Al_2O_3	24·25	27·56
Fe_2O_3	1·97	2·15
CaO	8·27	8·50
MgO	1·22	1·37
K_2O	3·00	1·50
Na_2O	5·78	5·50
H_2O	3·01	2·64
	100·74	101·30

Beide Feldspathe enthalten Wasser und haben ein bedeutendes specifisches Gewicht. Bei der Vergleichung der 1. und 2. Analyse sehen wir, dass Feldspath Nr. II im Vergleiche mit Nr. I ein grösseres specifisches Gewicht hat, weniger Kieselsäure und Alkalien und mehr Thonerde enthält. Dieser Vorgang ist der Kaolinisation sehr ähnlich; eine solche Vorstellung stimmt aber mit den Resultaten der mikroskopischen Untersuchung nicht überein. Wenn wir für Nr. I die Beziehung des Sauerstoffs für $H_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2$ berechnen, so bekommen wir 0·67 : 1·22 : 3 : 7·16. Das Verhältnis 1·22 : 3 anstatt 1 : 3 zusammengenommen mit dem bedeutenden specifischen Gewichte nähert den Feldspath der Saussurit-Veränderung der Natron-Kalkfeldspathe. Wenn wir aber dem Saussurit eine so streng bestimmte

Digitized by Google

Bedeutung wie es A. Cathrein thut[1]) geben wollten, so müssten wir hier die Bezeichnung vermeiden, weil wir im mikroskopischen Bau weder Kennzeichen des Epidots noch des Zoisits fanden. Ueber strahlige Pseudomorphosen nach Feldspath schreibt H. Rosenbusch[2]), ohne jedoch ihre mineralogische Natur zu bestimmen. Leider muss ich mich mit der oben gegebenen Beschreibung begnügen, da die Abwesenheit charakteristischer Kennzeichen es unmöglich macht, die strahligen Bildungen auf irgend eine bestimmte mineralogische Gattung zu beziehen.

Sowie schon der porphyrartige Feldspath viel Interessantes darbietet, so bringt auch die Grundmasse des Porphyrits alle Uebergänge von Basis mit der eben begonnenen Differentiation in Körner und Fäden bis zu den vollkommensten Krystallen zur Anschauung. Die Fig. 4 stellt die Grundmasse des Porphyrits des ersten Typus vor. Die ausgeschiedenen Krystalle gehören dem Feldspath, Augit und Magnetit an (auf der Zeichnung ist nur Feldspath dargestellt), welche in der Basis eingeklemmt sind. Die prismatischen Krystalle des Feldspaths, die eine Länge von 0·1 Millimetern bei einer Breite von 0·01 Millimetern erreichen, unterscheiden sich, ihrem mikroskopischen Baue nach, von den porphyrartigen Krystallen. Hier gibt es keine von den oben erwähnten charakteristischen Strahlen. Wenig zahlreiche, blassgrüne, nicht dichroitische Nadeln und kleine Körnchen sind die ganzen Einschlüsse. Die einen wie die anderen wirken schwach auf das polarisirte Licht, wobei die Nadeln zwischen gekreuzten Nicols in einer dem Hauptschnitte der Prismen parallelen Stellung auslöschen. Die feldspathige Substanz der Krystalle erscheint inmitten dieser spärlichen Einschlüsse ganz deutlich. Nicht nur durch den mikroskopischen Bau unterscheiden sich diese Krystalle der Grundmasse vom porphyrartigen Feldspathe, sondern auch durch ihren Auslöschungswinkel. Die Grösse der, bezüglich der langen Axe der Krystalle gemessenen Auslöschungswinkel schwankt in den Grenzen von 4°—12°. Dieser Umstand, mit der chemischen Zusammensetzung der Krystalle verglichen (siehe unten) führt mich zum Schluss, dass der Feldspath der Grundmasse eine andere Stellung als der porphyrartige in der Reihe der Plagioklase einnimmt.

---

[1]) A. Cathrein, Zeitschr. f. Kryst. u. Miner. 1882, 7. Bd., 3. H.

[2]) H. Rosenbusch, Mikr. Phys. d. Massig. Gest. 1877, pag. 243, 258 und 326.

Digitized by Google

Die Körner des Augites, die der Zahl nach dem Feldspathe nachstehen und 0·02 Millimeter im Durchmesser erreichen, bieten keine Besonderheiten dar. Sie sind wenig verändert und nur in den Spalten hat sich ein wenig Chlorit abgelagert. Den Magnetit trifft man in einer geringen Menge und hauptsächlich in Rotheisenerz verändert.

Das grösste Interesse bietet die Basis dar. In den dünnsten Dünnschliffen aus der Grundmasse des Porphyrits der ersten Art erscheint die Basis mit einer schwachen, grüngrauen Farbe versehen. Selbstständiger Umrisse entbehrend, füllt sie alle Zwischenräume zwischen den ausgeschiedenen primären Krystallen aus. Bei einer Vergrösserung von etwa 100, kann man in ihrer Mitte einige krystallinische Bildungen bemerken. Im polarisirten Lichte erhalten sie eine gelbe Interferenzfarbe und löschen bei der Drehung des Objecttisches nicht aus. Bei einer starken Vergrösserung ist zu bemerken, dass sie aus einem Aggregat kleinster Körnchen bestehen, wodurch auch erklärt wird, dass die ganze Gruppe, die im Durchmesser weniger als 0·01 Millimeter hat, nicht gleichzeitig auslöscht. Solche, in Salzsäure nicht lösbare Körner, können, meiner Ansicht nach, dem Epidot zugeschrieben werden. Der Aggregation und dem Baue nach kann man ihn nicht wie den Feldspath und Augit für ein primäres Element der Grundmasse annehmen. Andererseits ist es schwer, nach der Disposition des Epidots inmitten der Basis vorauszusetzen, dass er auf Kosten einer dieser Mineralien entstanden ist. Es bleibt uns übrig anzunehmen, dass der Epidot in diesem Falle das Product der hydro-chemischen Verwandlung der Basis selbst vorstellt.

Ausser von diesem krystallinischen Element ist die Basis mit anderen Körnern und Fäden, die nur bei einer sehr starken Vergrösserung sichtbar sind, überfüllt. Es gibt keine der Structur entbehrenden Stellen und vom reinen Glase sind keine Spuren übriggeblieben. Die Basis wirkt schwach auf das polarisirte Licht. Man kann dies am besten wieder mit Hilfe der Gypsplatte erkennen. Dabei lässt sich erkennen, dass die zwischen den Krystallen des Feldspaths befindliche Partie der Basis in optischer Beziehung nicht gleichartig ist. Bei der Drehung des Objecttisches wechseln die Farben ungleichförmig und wird die betreffende Partie in einzelne unregelmässig begrenzte Felder getheilt. Diese Erscheinung ist der Aggregat-

Digitized by Google

Polarisation ähnlich mit dem Unterschied, dass die Grenzen dieser Felder von verschiedener optischer Orientirung bei gewöhnlichem Lichte vollständig unsichtbar sind.

Die Grundmasse des Porphyrits des zweiten Typus besteht aus denselben Mineralien und aus Basis. Alle ihre Bestandtheile sind aber stark verändert. Der Feldspath und die Basis sind grösstentheils mit trüben, wenig durchsichtigen formlosen Bildungen ausgefüllt, die im reflectirten Lichte das für Kaolin charakteristische Aussehen der Verschwommenheit darbieten. Der Augit ist in hohem Grade in Chlorit verändert. Die in den mikroskopischen Dünnschliffen hervortretende Erscheinung der Kaolinisation findet ihre Bestätigung bei Vergleichung der unten angeführten Analysen der Grundmassen beider Porphyrite.

Kochende, ebenso wie kalte Salzsäure wirkt zum Theil auf die Grundmasse. Die Aetzung der Dünnschliffe wurde so ausgeführt, dass ich sie mit dem Objectglase zusammen in einer Porcellanschale mit Salzsäure in einem kochenden Wasserbade während einer halben Stunde erwärmte. Der geätzte Dünnschliff wurde mit Anilinlösung behandelt und mit Hilfe der von Herrn Professor Inostranzeff erfundenen Vergleichungskammer[1]) erforscht. Auf den Objecttisch des einen Mikroskops legte ich den mit Salzsäure und Anilin behandelten Dünnschliff und auf den Objecttisch des zweiten Mikroskops — einen frischen, mit einem Deckglase bedeckten Dünnschliff. Beide Dünnschliffe erscheinen dabei im Gesichtsfelde der Kammer und die Veränderungen der Bestandtheile des einen sind sehr leicht und bequem zu bestimmen. Auf solchem Wege hat sich erwiesen, dass die Salzsäure ausser dem in den Spalten des Augits enthaltenen Chlorit die Basis löst, während sie den Augit, Feldspath und Epidot unberührt lässt. Auf Grund dessen wurde von mir unter denselben Bedingungen ein salzsaurer Auszug aus der Grundmasse des Porphyrits des ersten Typus angefertigt. Der in Salzsäure lösbare Theil beträgt 39 Procent der Grundmasse.[2]) In der unten angeführten Tafel der Analysen stellt Nr. III die chemische Zusammensetzung der Grundmasse des Porphyrites des ersten Typus, Nr. IV des zweiten Typus, Nr. V den salzsauren Auszug aus Nr. III und endlich

[1]) N. Jahrb. für Min. etc. 1885. II. B., 1. H, pag. 95.

[2]) In dieser Zahl ist die Kieselsäure inbegriffen, die man mit einer Sodalösung aus dem Rest nach Behandlung mit Salzsäure auszieht.

Digitized by Google

Nr. VI den von dem salzsauren Auszug aus der Differenz berechneten Rest dar.

	III	IV	V	VI
Spec. Gew. .	2·91	2·91		
SiO_2	50·70	49·80	43·75	55·32
Al_2O_3 . . .	20·45	21·75	16·00	23·37
Fe_2O_3 . . .	5·63	6·00	13·32	0·70
FeO	4·43	2·06	9·94	0·90
MnO . . .	Spur	Spur	—	—
CaO	6·44	6·70	6·63	6·35
MgO . . .	4·25	5 73	6·05	3·12
K_2O . . .	2·50	2·32	0·56	3·75
Na_2O . . .	3·00	4·20	0·17	4·82
H_2O . . .	2·42	2·25	3·58	1·67
	99·82	100·81	100·00	100·00

Nr. V stellt die Zusammensetzung der Basis mit der Beimischung von Chlorit, Magnetit und Rotheisenerz dar. Nr. VI die Mischung des Feldspaths, des Augits und des Epidots. Dennoch ist der Gehalt an Kieselsäure in Nr. VI, ungeachtet der Anwesenheit der basischen Bestandtheile — des Augits und des Epidots — grösser als im porphyrartigen Feldspathe (Nr. I). Indem man diese Thatsache mit den oben angeführten Werthen des Auslöschungswinkels des Feldspaths aus der Grundmasse (4—12°) neben einanderstellt, kann man, glaube ich, den Schluss ziehen, dass dieser Feldspath sauerer als der porphyrartige ist und aller Wahrscheinlichkeit nach dem Albit zugehört. [1])

Aus der oben angeführten Beschreibung des Feldspathporphyrites kann man folgende Schlüsse ziehen:

1. Obgleich dieses Gestein ohne Zweifel eine Varietät des Diabases bildet, stellt doch der porphyrartige Feldspath einen mit Oligoklas und Labrador durchwachsenen Orthoklas vor.

2. Der Feldspath metamorphisirt sich in ein radial strahliges Aggregat, was mit dem Verlust von Kieselsäure und Alkalien verbunden ist.

3. Der in Form porphyrartiger Einsprenglinge auftretende und der Plagioklas der Grundmasse sind von verschiedener Acidität.

[1]) Für $Ab_5 An_1$ ist Auslöschungswinkel 3° 12′ und 13° 49′.

Digitized by Google

4. Der Epidot der Grundmasse ist auf Kosten der Basis gebildet.

Es bleibt mir noch übrig, einige Worte über die andere Varietät des Porphyrits — die Augitische — zu sagen. Der eingesprengte Augit ist von mir bereits oben beschrieben. In mikroskopischer Beziehung bietet er keine interessanten Eigenthümlichkeiten dar, ausser der einige Male angetroffenen Durchwachsung der Krystalle von Lamellen in Zwillingsstellung. Die Grundmasse ist ihrem Bau und ihrer mineralogischen Zusammensetzung nach derjenigen des Feldspathporphyrits vollständig gleich, nur die Zahl der Individuen des Augits ist in Beziehung zum Feldspath etwas grösser. Eine ausführliche Beschreibung wäre Wiederholung des Obengesagten.

Erklärung der Tafel I.

Fig. 1. Makroskopisches Bild des Feldspathporphyrits. Mosaikartiger Feldspath und Augit in Grundmasse.

„ 2. Vergröss. = 305 Mal. Umwandlung des Feldspaths: Strahlen und Körner-Gruppen.

„ 3. Vergröss. = 70 Mal. Umwandlung des Feldspaths: *a)* erste Varietät, — Strahlen und Körner ohne jegliche Ordnung zerstreut; *b)* zweite Varietät, — Strahlen in Bündeln, Körner in grossen Anhäufungen.

„ 4. Vergröss. = 460 Mal. — Grundmasse des Feldspathporphyrits. Krystalle des Feldspaths in Basis mit Epidot-Körnern.

Digitized by Google

VI. Die Auswurfsblöcke des Monte Somma.

Von **Bruno Mierisch** aus Döbeln i. S.

(Mit 15 Zinkographien.)

Die Auswurfsblöcke des Monte Somma sind wegen des grossen Reichthums an wohlausgebildeten und zum Theile seltenen Mineralen der Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Doch fast stets sind die mit blossem Auge bereits sichtbaren und mehr oder weniger frei ausgebildeten Krystalle allein in Berücksichtigung gezogen worden und haben auch gewöhnlich in Folge ihrer bisweilen tadellosen Ausbildung grundlegende krystallographische Bestimmungen ermöglicht.

Das Wesen der Blöcke selbst, ihr Aufbau, sowie die mikroskopischen Verhältnisse, sind hierbei nur äusserst selten näher untersucht worden, meist begnügte man sich mit einer Aufzählung und oberflächlichen Beschreibung der makroskopisch erkennbaren Minerale des zur Benützung gelangten Handstückes. Nur wenige Forscher, und unter diesen besonders Monticelli, Scacchi und G. vom Rath, haben sich etwas eingehender mit diesen interessanten Aggregaten beschäftigt, aber immerhin nicht in dem Grade, um ein nach allen Richtungen klares Bild von dem Habitus und der Entstehung dieser Blöcke zu geben.

Da nun das mikroskopische Studium der gewöhnlichen Gesteine so viel Aufklärung gebracht hat, so schien das dieser Blöcke nicht minder versprechend. Diesbezügliche Untersuchungen sind, so viel mir bekannt, niemals im Zusammenhange vorgenommen worden, so hat u. A. auch Sorby in seiner ewig denkwürdigen Abhandlung: „On the mikroscopical structure of crystals, indicating the origin of minerals and rocks“ [1]) nur einige wenige Minerale auf ihre mikroskopischen Verhältnisse hin studirt. In der vorliegenden Abhandlung ist auf die krystallographische Entwicklung grösserer Individuen so gut wie keine Rücksicht genommen worden, da dieselbe bei dem betreffenden Material wohl kaum noch etwas Neues bieten dürfte. Das Hauptgewicht ist auf die Untersuchung im Dünnschliff, auf die Erforschung der mikroskopischen Verhältnisse gelegt.

[1]) Quart. journ. of geol. soc. XIV, pag. 455 ff.

Digitized by Google

Die mir vorliegenden circa 80 Blöcke, resp. Blockfragmente, sämmtlich Auswürflinge der Somma, stammen aus der mineralogischen Sammlung der Universität Leipzig und hatte Herr Geheimrath Prof. Dr. Zirkel die Güte, mir das Material zur freien Verfügung zu stellen. Ich sage meinem hochgeehrten Lehrer an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank dafür, ebenso für die freundliche und wohlwollende Unterstützung bei Abfassung vorliegender Arbeit, sowie während meiner ganzen Studienzeit überhaupt.

Die Blöcke hinsichtlich ihres Habitus und ihrer gegenseitigen Beziehungen.

Die in den Sommatuffen auftretenden Blöcke sind zweierlei Art; einestheils losgerissene Stücke alter Laven, Leucitophyr und Trachyt, ohne metamorphische Gebilde und zweitens Blöcke von Kalk oder Silicaten, welche jene bekannten interessanten Neubildungen aufweisen, und die allein in vorliegender Arbeit Berücksichtigung gefunden haben.

Ihrer Zusammensetzung nach kann man, nach dem Vorgange Scacchi's in Bezug auf die Vesuvauswürflinge vom Jahre 1872, auch die hier in Rede stehenden Blöcke in monolithische und in conglomeratische scheiden, je nachdem sie ein einheitliches Aggregat oder durch Neubildungen verkittete Gesteinsbrocken darstellen. Die ersteren sind in den Sommaauswürflingen die bei weitem vorherrschenden.

In den conglomeratischen Blöcken zeigen die verkitteten Brocken stets scharfe, nie abgerundete Ränder und man müsste das Ganze demnach richtiger als Auswurfsbreccie bezeichnen. Der verbindende Kitt ist entweder ein augitischer, oder es ist Kalk, das letztere selten, und stets besteht eine innige Verwachsung zwischen beiden Theilen, nicht, wie in den Auswürflingen von 1872, wo die Verbindung durch lose Augitkryställchen hergestellt ist. Auch bestehen die Fragmente nicht, wie in den recenten Blöcken, aus Lavabröckchen, welche mit den Vesuvlaven ohne Schwierigkeit zu identificiren sind, sondern aus Gesteinen, die meist vollkommen metamorphosirt sind und deren Ursprung sich daher nur selten und schwer nachweisen lässt. Charakteristisch für die meisten Blöcke sind die zahlreichen Hohlräume, die sie in sich bergen und die in allen Dimensionen sich vorfinden.

Digitized by Google

Sie sind die Träger der schönen Krystalle, die die Sommablöcke so bekannt und berühmt gemacht haben. Neben diesen drusenreichen Blöcken gibt es auch solche, die keine Hohlräume enthalten und die ganz den Eindruck eines massigen Gesteines machen.

Doch mag die Textur der Blöcke beschaffen sein, wie sie will, die Structur ist immer durch und durch körnig krystallin, nie sieht man auch nur die Spur einer amorphen Basis, auch nicht unter dem Mikroskop. Gewöhnlich sind die Aggregate sogar sehr grobkrystallin, womit meist zugleich eine Lockerung der Masse verbunden zu sein scheint, die so weit gehen kann, dass manche Blöcke wie lose zusammengebackener Sand zwischen den Fingern zerbröckeln. Ziemlich regelmässig ist dies der Fall bei den sogenannten Eisspathblöcken, seltener bei augitischen und glimmerigen Aggregaten, doch kommt es auch da bisweilen vor.

Ab und zu stellt sich in den kleinkrystallinen Augit-Glimmeraggregaten eine scheinbar porphyrische Structur ein, hervorgerufen dadurch, dass grössere Augit- und Glimmerkrystalle in der anscheinend homogenen, grünen Grundsubstanz stecken.

Die Minerale, die hauptsächlich die hier in Rede stehenden Sommablöcke zusammensetzen, sind: Calcit, Augit, Glimmer und Olivin. Diesen reihen sich nun eine Menge anderer an, die aber gegen die genannten an Häufigkeit bedeutend zurücktreten, wenngleich nicht ausgeschlossen ist, dass manche Blöcke sich fast ausschliesslich aus dem einen oder anderen aufbauen können. Zu diesen gehören: Vesuvian, Forsterit, Humit in seinen 3 Varietäten Humit, Chondrodit und Klinohumit, Granat in fast allen Varietäten, Sarkolith, Mejonit, Melilith und Humboldtilith, Leucit, Nephelin, Mikrosommit, Sodalith, Hauyn mit seiner Abart dem Berzelin, Wollastonit, Hornblende, Eisspath, Andesin, Anorthit, Titanit, Spinell, Magneteisen, Eisenkies, Magnetkies. Nachgewiesen sind in den Auswürflingen noch viele andere Minerale: Monticellit, Mizzonit, Cavolinit, Davyn, Albit, Oligoklas, Zirkon, Cuspidin, Guarinit, Periklas, Flussspath, Bleiglanz, Zinkblende, Graphit, doch standen mir dieselben nicht zu Gebote, respective es erwiesen sich die Etiquetten, z. B. bei Monticellit und Davyn, als nicht zutreffend; doch gehören alle diese Minerale zu den selteneren und tragen nicht viel zu dem specifischen Habitus der Sommablöcke bei, so dass ein Ausserachtlassen derselben sich vollkommen rechtfertigen lässt.

Digitized by Google

Die Auswürflinge bergen, wie oben gezeigt, eine Fülle der verschiedensten Minerale und vielleicht wird sich im Laufe der Zeit deren Zahl noch vergrössern. Aber alle treten nur als Drusenausscheidungen auf; den eigentlichen Kern, die Grundmasse der Blöcke, bilden die vier zuerst genannten Minerale; von den Eisspathmassen und ähnlichen Gebilden wird noch weiterhin die Rede sein. Diese 4 Minerale zeigen stets, vorausgesetzt, dass ihrer mehrere zusammen vorkommen und im Fall, dass eine Druse vorhanden ist, eine überall wiederkehrende, zonenartige Anordnung um die letztere herum.

Die eigentliche Drusenwandung wird gebildet von Augit, auf diesen folgt weiter entfernt von der Druse und nach der eigentlichen Blockmasse zu eine Glimmerzone und auf diese als letzte eine Olivin-Calcitzone. Die einzelnen Individuen der Augit- und Glimmer-, zum Theile auch der Olivinregion sind nun immer so gerichtet, dass ihre Längsaxe, respective ihre Breitseite, senkrecht gegen die Drusenwand gestellt ist.

Nicht alle Blöcke weisen die Zonen zu gleicher Zeit auf, sehr viele bestehen der Hauptsache nach nur aus einem Gemengtheil, aus Augit, Glimmer, Olivin oder Calcit, oder aus mehreren zusammen, ohne dass scheinbar eine gesetzmässige Anordnung der Gemengtheile zu bemerken ist; trotzdem müssen wir sie aber, wenn wir ihre genetischen Verhältnisse und ihren ganzen Habitus berücksichtigen, der Gruppe der zonar struirten Blöcke einreihen.

Man scheidet die Blöcke ihrer Zusammensetzung nach in Kalk- und Silicatblöcke. Obgleich auf rein äusserliche Merkmale gegründet, mögen diese Bezeichnungen doch beibehalten werden, da sie allgemein angenommen sind, nur sei es mir gestattet, auf den erwähnten Thatsachen fussend, die Silicatblöcke in zwei Unterabtheilungen zu gliedern:

1. Blöcke, um deren Drusen die beschriebenen Zonen auftreten oder die, falls sie keine Drusen enthalten sollten, doch durch die zonenartige Anordnung der Gemengtheile, oder sonstige charakteristische Kennzeichen, ihren Zusammenhang mit ersteren kundgeben.

2. Blöcke, welche die beschriebene Zonartextur nicht besitzen und ihrem Wesen nach wohl als Drusenausfüllungsmaterial der anderen Blöcke zu betrachten sind. (Hier sind u. A. auch die Eisspathblöcke mit einzureihen.)

Digitized by Google

Dass diese Eintheilung hin und wieder Mängel aufweist, lässt sich nicht leugnen, doch wird es bei einiger Uebung sicher gelingen, die bei weitem grösste Zahl der Silicatblöcke unter obigen Gesichtspunkten zu ordnen.

Fertigt man einen Dünnschliff von einem, dem Anschein nach reinen Kalkblock an, so hat man unter dem Gesichtsfeld durchaus nicht etwa ein reines Aggregat von Calcitkörnern, wie man das wohl erwarten sollte. Schon J. Roth[1]) gibt an, dass er aus einem Kalkblock der Somma, der als Schale Augitkrystalle umhüllte, durch Kochen mit salpetersaurem Ammon nur 23·2 Procent kohlensauren Kalk und 2·9 Procent kohlensaure Magnesia ausziehen konnte. Doch theilt er nichts Näheres über den unlöslichen Rückstand mit.

G. vom Rath[2]) untersuchte ebenfalls einen solchen Kalkblock und fand 60·7 Procent in Essigsäure löslich, 39·3 Procent unlöslich. Der lösliche Theil bestand aus:

86·5 Procent $CaCO_3$
13·5 „ $MgCO_3$

Der in Essigsäure unlösliche Antheil ist seiner Ansicht nach nun: „Ein Gemenge farbloser Theile, welche aller Wahrscheinlichkeit nach Quarzsand sind, grünlicher Octaëder (Periklas), welcher in grosser Menge, doch nur in sehr kleinen Krystallen, $^1/_{10}$ Millimeter, vorhanden ist, schwarzer Octaëder von Ceylanit, endlich einer äusserst kleinen Menge von Magneteisen.“ Er giebt auch eine Bauschanalyse des unlöslichen Theiles an

Magneteisen	0·5
SiO_2	38·6
Al_2O_3	10·7
MgO	43·1
FeO	8·3
	101·2

und legt dieselbe so aus, „dass die Thonerde mit der Magnesia und dem Eisenoxydul (respective Eisenoxyd) verbunden zu betrachten sei als Ceylanit, die überwiegende Menge der Magnesia nebst dem Reste des Eisenoxyduls bilde Periklas, während die Kieselsäure wohl unverbunden vorhanden sei.“

[1]) J. Roth, Der Vesuv, pag. 35.

[2]) G. vom Rath, Mineralogische Mittheil. Pogg. Annal. CXLVII, pag. 266.

Digitized by Google

Dem ist nun nicht so. Betrachten wir das farblose Mineral in den Kalkblöcken einmal näher: Dasselbe bildet länglich-rundliche Körner, ohne krystallographische Umgrenzung, besitzt selten Spaltbarkeit, und zeigt ausserordentlich lebhafte Polarisationsfarben, was alles eine Verwechslung mit Quarzkörnern wohl erklären kann. Doch es würde dies Vorkommen von Quarz in den sonst davon ganz freien Sommablöcken höchst auffallend sein, und eine nähere Untersuchung that denn auch dar, dass in Wirklichkeit kein Quarz vorliegt.

Das Material an dem G. vom Rath seine Untersuchungen angestellt hat, stand mir zwar für einen eventuellen Vergleich nicht zu Gebote, doch ist bei dem vollkommen übereinstimmenden Bau aller mir vorliegenden Kalkblöcke, und somit wohl aller Sommakalkblöcke überhaupt, nicht anzunehmen, dass der Block, den G. vom Rath auf seine Bestandtheile hin untersucht hat, von dem allgemeinen Habitus abgewichen sei. Es besitzen daher die folgenden Untersuchungen sicher auch für ihn volle Gültigkeit.

Die in den Kalkblöcken sitzenden Körner zeigen bisweilen eine deutliche Spaltbarkeit parallel der Längskante, was beim Quarz ja nie der Fall ist, ferner im convergenten polarisirten Lichte ein Axenbild, das unzweifelhaft der rhombischen Symmetrie entspricht; Quarz konnte es demnach auf keinen Fall sein. Das Gestein wurde nun einer chemischen Untersuchung unterworfen. Der Kalk wurde durch heisse Essigsäure ausgezogen und der unlösliche Rückstand mit heisser Salzsäure behandelt. Das helle Mineral löste sich darin, wenn auch nicht sehr rasch, aber vollkommen auf, unter Abscheidung gelatinös-flockiger Kieselsäure, während die grünen Octaëderchen als dunkler Sand ungelöst zurückblieben und durch Ausziehen der Kieselsäure mittelst Natronlauge isolirt wurden.

Sie stellten ein grünes, isotropes Pulver dar, ohne fremde Beimischungen; das farblose Mineral, von welchem G. vom Rath nur festgestellt hatte, dass es durch Essigsäure nicht gelöst wird, war also durch Salzsäure vollkommen in Lösung gegangen und konnte demnach kein Quarz sein. Die Analyse wurde bei zwei verschiedenen Kalkblöcken mit mikroskopisch ganz der gleichen Zusammensetzung ausgeführt; der eine (I) bildete den Grund für Mejonitkrystalle, der andere (II) trug als Drusenausscheidung Anorthit. Die angewandte Substanz betrug im ersteren Falle, nach Abzug des unlöslichen Spinellrückstandes, 1·871 Gramm, im zweiten 1·657 Gramm.

Digitized by Google

	I		II	
SiO_2	41·09	Procent	41·85	Procent
MgO	52·51	„	56·17	„
FeO	3·80	„	1·07	„
Na_2O	0·30	„	0·12	„
K_2O	0·18	„	0·40	„
Glühverlust	0·24	„	0·19	„
	98·12		99·80	

Die Analyse ergibt also unzweifelhaft, dass das helle Mineral kein Quarz, sondern ein Glied der Olivingruppe ist, das in Berücksichtigung seines ausserordentlich geringen Eisenoxydulgehaltes (in dem einen Falle blos 1·07 Procent!) als die Varietät Forsterit zu betrachten ist.

Charakteristisch ist hierbei der in beiden Fällen auftretende, wenn auch geringe Alkaliengehalt, denn sicher ist anzunehmen, dass er in der Forsteritsubstanz steckt, da sich kein anderes Mineral neben der letzteren nachweisen lässt, das vielleicht mit in Lösung gegangen wäre und den Alkaligehalt verursacht hätte.

Höchst eigenthümlich ist es jedenfalls, dass ein derartiges, vollkommen kalkfreies Mineral (in beiden Fällen war keine Spur von CaO nachzuweisen, auch G. vom Rath gibt dasselbe an) sich mitten im Kalk, der im vorliegenden Falle nur Spuren von Magnesia enthielt, ausscheiden konnte; viel weniger würde es uns Wunder nehmen, wenn das Mineral vielleicht Monticellit gewesen wäre, oder irgend eine andere kalkhaltige Substanz.

Zugleich ergibt das Analysenresultat, dass Periklas nicht vorhanden sein kann, denn dann müsste man, da dies Mineral in Salzsäure löslich ist, einen viel höheren Magnesiagehalt erwarten und vor allen Dingen Procentzahlen, die nicht ein derartig constantes Verhältnis aufweisen.

Da auch einige andere Handstücke ein negatives Resultat in Bezug des Auftretens von Periklas ergaben, indem der SiO_2 Gehalt des in HCl löslichen Theiles immer circa 41 Procent betrug, so ist wohl anzunehmen, dass dies Mineral überhaupt nicht als Gemengtheil der Grundmasse der Kalkblöcke, sondern als Drusenausscheidung, wie die grösste Zahl der anderen Minerale, auftritt, und dass die in dem Kalkkern sitzenden regulären Kryställchen nur dem Spinell angehören. Diese grünen Octaederchen zeigen ausserdem nirgends

Digitized by Google

Differenzen, die eine Betheiligung von zwei verschiedenen Substanzen in demselben Block anzunehmen erlaubten.

Die Angabe Lösch's, dass der Forsterit in Salzsäure unlöslich sei, dürfte ebenfalls, auf vorliegenden Analysen fussend, dahin eine Berichtigung erfahren, dass sich das Mineral zwar nicht allzuleicht, aber nach längerer oder kürzerer Zeit vollkommen in Salzsäure löst. Ja sogar bei längerem Erhitzen mit Essigsäure gehen merkliche Theile in Lösung, weshalb es gerathen ist, bei Enfernung des kohlensauren Kalkes die Essigsäure nicht allzulange einwirken zu lassen.

Das als Forsterit erkannte Olivinmineral ist in abwechselnden Zonen dem marmorartigen Kalkstein eingelagert, so dass auf ein Calcitband immer ein Olivinband folgt und auf dieses wieder ein Calcitstreifen etc. Immer sind auch die Olivinstreifen die hauptsächlichsten Träger der Spinelle.

Bei genauerem Betrachten geben sich die Zonen auch makroskopisch zu erkennen. Durch Abwechseln von matten und glänzenden Streifen; die glänzenden Streifen repräsentiren hierbei die Calcit-, die matten die Forsteritlagen. Doch existirt eine vollkommen scharfe Trennung zwischen den beiden Zonen durchaus nicht, ja bisweilen kann die Zonenstructur ganz verschwinden.

Im Falle eine Druse vorhanden ist, trübt sich nach deren Rande zu die Masse, die Körner von Forsterit und Calcit treten zurück gegen eine trübe Masse, die sicher kryptokrystalliner Kalk ist, und an ihrer Stelle treten winzige polarisirende Blättchen auf, die immer mehr überwiegen und endlich ganz ausschliesslich vorhanden sind. Zugleich ordnen sich diese Lamellen parallel an und zwar mit der Breitseite senkrecht gegen die Umrandung der Druse, welcher sie in jeder Unebenheit folgen, so dass bisweilen büschelförmig-strahlige Aggregate entstehen, die, je näher sie der Peripherie kommen, auch eine Zunahme der Dimension und Färbung deutlich wahrnehmen lassen und in Folge dessen auch krystallographische Bestimmung ermöglichen. Dieselbe ergibt nun, dass diese Blättchen Glimmer sein müssen, in Anbetracht ihrer lebhaften Polarisation, des starken Dichroismus, der vollkommen monotomen Spaltbarkeit, der geraden Auslöschung in den Längsschnitten und des flimmernden Reflexes, den dieselben bei Einstellung auf Dunkelheit geben.

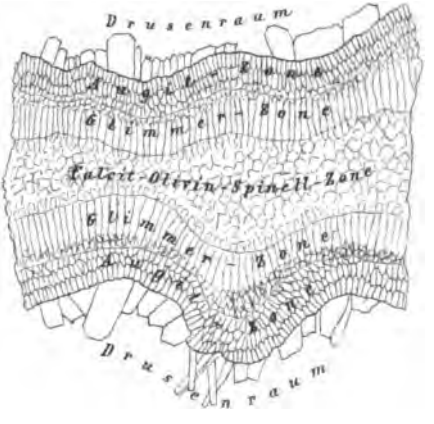
Schon G. vom Rath hat dasselbe auf chemischem Wege gefunden, indem er, von der Voraussetzung ausgehend, dass diese

Digitized by Google

faserigen Gebilde Wollastonit seien, dieselben analysirte.[1]) Er folgerte aus dem Analysenresultat ganz richtig, dass das Mineral Magnesiaglimmer sein müsste, ohne jedoch diese, an einem Block gemachte Feststellung zu verallgemeinern; und verallgemeinert muss sie werden, denn dieser Rand tritt stets da auf, wo ein Kalkblock in Drusen oder an der Oberfläche ausgeschiedene Krystalle aufweist. Makroskopisch stellt er sich allerdings dem Auge bisweilen nur als äusserst feiner gelblicher Streifen dar, aber mikroskopisch ist er stets nachzuweisen.

Doch bildet der Glimmer immer noch nicht die eigentliche Drusenwandung, sondern auf ihm lagert stets eine, wenn auch bisweilen ausserordentlich zarte augitische Zone, deren Individuen dieselbe Stellung aufweisen, wie die Glimmertäfelchen. Sie meldet sich schon in dem Ausgehenden der Glimmerzone an, indem zwischen den Glimmerblättchen, zuerst einzeln, dann immer zahlreicher, Augitkörnchen eingestreut liegen, bis sie den Glimmer endlich ganz verdrängen und die Zone allein zusammensetzen. (Fig. 1.)

Fig. 1.



Auf diesem Augitgrunde sitzen dann erst die in Drusen ausgeschiedenen Minerale, wie Anorthit, Leucit, Mejonit, Hauyn etc.

Bisweilen zeigt ein Block 2 Seiten mit aufsitzenden Krystallen, und dann sind die beschriebenen Zonen ganz auf gleiche Weise und symmetrisch von der Mitte aus nach den Drusenwandungen zu angeordnet. Wenn der Kalkkern in der Mitte sehr schmal ist, lassen sich unter dem Mikroskop dann beide Zonensysteme zu gleicher Zeit übersehen. Wir finden also in den Kalkblöcken dieselbe, schon früher, pag. 116, hervorgehobene Anordnung der Gemengtheile, nur dass dieselbe in den Silicatblöcken schon makroskopisch zu Tage tritt.

[1]) G. vom Rath, Mineralogische Mittheilungen. Pogg. Ann., CXLVII, pag. 268.

Digitized by Google

Noch mehr fällt die Conformität zwischen Kalk- und zonar struirten Silicatblöcken in die Augen, wenn wir uns aus den Zonen eines solchen silicatreichen Blockes Dünnschliffe verfertigen. Wir haben dann genau dasselbe Bild, wie es in den Kalkblöcken beschrieben ist, nur dass hier alles viel gröberkrystalline Ausbildung zeigt und daher bedeutend leichter zu identificiren ist; auch tritt der Calcit als Gemengtheil stark zurück, ohne jedoch vollkommen zu fehlen. Kurz diese zonar struirten Silicatblöcke sind mit den Kalkblöcken identisch ihrem ganzen Wesen nach und demnach als Kalkblöcke aufzufassen, die nur in viel stärkerem Grade metamorphosirt worden sind; an Uebergängen zwischen beiden fehlt es ebenfalls nicht.

Der am weitesten von der Druse entfernte Theil wird in den zonal aufgebauten Silicatblöcken gebildet von einem Aggregat, wesentlich aus Olivin, der hier diesen Namen eher verdient, da er bedeutend eisenreicher ist, als in den Kalkblöcken, auch eine lichtröthliche Farbe besitzt. Dazwischen stecken Körner von Calcit, vereinzelte Glimmerkrystalle und meist Spinell. Diese Region geht allmälig nach aussen, nach der Drusenwand zu, in eine reine Glimmerzone über und auf dieser sitzt die augitische. Auch ist charakteristisch, dass die Minerale im Innern meist heller gefärbt, d. h. eisenärmer sind, als nach dem Rande zu, so macht besonders der Augit von Aussen nach Innen häufig gleichsam eine Läuterung durch, die so weit gehen kann, dass zuletzt fast farblose Augite resultiren.

Sowohl Glimmer als auch Augit zeigen stets die gegen die Umgrenzung senkrechte Stellung der Individuen. Bisweilen schneiden die Zonen scharf gegeneinander ab, an anderen Stellen wiederum gehen sie allmählig ineinander über.

Die einzelnen Zonen besitzen ganz verschiedene Mächtigkeit, von Millimeterstärke bis zu mehreren Centimetern und darüber, auch kommt es vor, dass besonders die centrale Olivinpartie ganz zu fehlen und die Mitte einer zwischen zwei Drusen eingeschalteten Scheidewand nur von Glimmer gebildet zu sein scheint; aber unter dem Mikroskop lässt sich dann immer nachweisen, dass dennoch zwischen dem Glimmer mehr oder weniger Olivin sitzt.

Drusenfreie Blöcke, die wesentlich aus Glimmer oder Augit bestehen (seltener sind die reinen Olivinaggregate) stellen, sofern sie sich nicht als isolirte Drusenmaterialien qualificiren, einfach

Digitized by Google

losgerissene Stücke aus den einzelnen Zonen dar, die sicher da, wo diese metamorphosirten Massen anstehen, auch noch grössere Dimensionen annahmen.

Ganz anders als die bisher beschriebenen sind die Sanidinblöcke; hier kann man keinen inneren Kern, keine Zonen unterscheiden, sondern das Ganze stellt ein granitähnliches, grobkörniges Gemenge gewöhnlich von Eisspath, Nephelin, Sodalith und Granat dar, mit eingestreuten schwarzen Hornblendeprismen, ohne irgend welche symmetrische Anordnung dieser Minerale.

Eine scheinbare Gliederung der Blöcke entsteht meist dadurch, dass sich dunkelgrüne Bänder, zwischen den klaren Sanidinmassen einschalten; sie bestehen wesentlich aus dunklem Glimmer, Augit und schwarzer Hornblende, wobei bald der eine, bald der andere Gemengtheil vorwaltet. Doch sind sie nicht im Entferntesten zu vergleichen mit den Zonen der Kalk- und der ihnen analog aufgebauten Silicatblöcke, da sie keinen symmetrischen Bau zeigen, auch, auf Sanidin als Untergrund aufsitzend, ihre Krystallenden nur nach einer Richtung, und zwar wiederum in Sanidin hinein erstrecken. Auch verlaufen sie ganz unregelmässig, bisweilen fast gekröseartig gewundene Partien darstellend, zeigen vor allen Dingen, so oft sie vorkommen und in wie verschiedenen Horizonten, immer genau denselben Habitus, und, was sie am meisten unterscheidet von den Zonen der Kalkblöcke, die Krystalle des Eisspaths richten sich in ihrem Aufbau nicht nach diesen Zonen, sondern diese formen sogar häufig den Untergrund ab, auf dem sie lagern. Endlich ist das Auftreten der Hornblende, die sich nie in der Grundmasse der mit den Kalkblöcken zusammenhängenden Aggregate findet, sowie andererseits das Fehlen des Olivins so charakteristisch, dass eine Verwechslung dieser, obendrein meist schmalen bandartigen Zonen mit denen der Kalkblöcke wohl kaum möglich ist.

Wie schon oben erwähnt, ist der Granat ein constanter Gemengtheil der Eisspathblöcke und durch Ueberhandnehmen dieses Gemengtheiles entstehen die reinen Granatblöcke. Dieselben enthalten aber immer neben dem Granat auch Vesuvian, der sich in diesen Aggregaten gewöhnlich durch seine grünliche Farbe auszeichnet. Durch Wachsen des Vesuvianantheils gehen die Granatblöcke wiederum in Vesuvianaggregate über, so dass diese letzteren demnach auch mit den Sanidinblöcken in Verbindung gebracht werden

Digitized by Google

müssen, obgleich der Sanidin darin nur sporadisch vorkommt. Auf diese Weise lässt sich noch der Uebergang nach verschiedenen anderen Richtungen feststellen. Wenn z. B. die im Eisspath auftretenden dunkelgrünen Zonen grössere Dimensionen erreichen und blockbildend auftreten, so erhalten wir Aggregate von Hornblende, Augit und Glimmer, die sich, abgesehen von ihrer dunkleren Farbe und dem Hornblendegehalt, von den aus Augit und Glimmer zonar struirten Silicatblöcken dadurch unterscheiden, dass sie andere Minerale, wie Sodalith, Granat, Vesuvian, Nephelin, Eisspath etc. als wirkliche Gemengtheile enthalten, ohne durch eine Contactzone gegen dieselben abgegrenzt zu sein, auch wenn sich dieselbe nur durch eine, senkrecht gegen den Rand gerichtete Parallelstellung der Augit- und Glimmerindividuen documentirte.

Der Vesuvian ist nun ein Mineral, welches sehr häufig in schönen Krystallen in den Drusenräumen der Kalkblöcke sitzt und nicht nur compacte Massen bildet; bei ihm ist es wohl ausser Zweifel, dass er demnach auch in seinen blockartigen Varietäten als Drusen-, respective vielleicht Spaltenausfüllung der Kalkblöcke betrachtet werden muss. Da wir indessen oben gesehen haben, dass Granat- und Sanidinblöcke als ihrem Wesen nach identisch zu betrachten sind mit den Vesuvianblöcken, so müssen wir die Folgerung, dass diese letzteren Massen das Material der Drusen bilden, auch auf jene erstgenannten ausdehnen, obgleich dies mit der bisherigen Ansicht wohl etwas im Widerspruch steht, da man gewöhnt war, die Eisspathblöcke als etwas ganz selbstständiges zu betrachten, das nichts mit dem Wesen der anderen zu thun habe.

Sodalith, Nephelin und Granat, diese typischen Gemengtheile der Sanidinblöcke sitzen ziemlich häufig in den Drusenräumen der Kalkblöcke, seltener der Sanidin selbst, doch auch dies kommt vor. Ausserdem bildete bei einem mir vorliegenden typischen Sanidinaggregate ein in Silicate metamorphosirter Kalkblock mit der bekannten zonenartigen Anordnung der Gemengtheile den Untergrund.

Dass der Eisspath bisweilen scheinbar eine schmale peripherische Zone an den Blöcken zu bilden scheint, beruht wohl darauf, dass die gewöhnlich ausserordentlich lockeren Eisspathmassen beim Auswurf abbröckelten bis auf einen schmalen Streifen, der, besonders wenn er noch secundär anhaftende Tuffreste enthält, zu der Täuschung wohl Veranlassung geben kann, als sei der Sanidin der Untergrund

Digitized by Google

der Augit-Glimmer-Olivin-Aggregate, wie es unter Anderen G. vom Rath in seiner „Analyse des gelben Augits vom Vesuv“ [1]) angenommen zu haben scheint.

Bei den meisten, bis jetzt nicht erwähnten, anderen Mineralen, die in den Auswurfsblöcken vorkommen, leuchtet es wohl eher ein, dass sie nur Ausscheidungen in Drusenräumen sind, da sie ja blockbildend nur äusserst selten auftreten.

Die allgemeine Regel, dass ein Mineral entweder nur in Drusen, oder nur als Gemengtheil der eigentlichen Kalkblockmasse auftritt, erfährt, ausser bei Glimmer und Augit, nur noch beim Apatit und wenigen anderen eine Ausnahme.

Durch Fumarolenthätigkeit metamorphosirte Lavabruchstücke können natürlich nicht unter den bisher gegebenen Gesichtspunkten behandelt werden, sondern sie besitzen, gemäss dem Ursprungsmaterial auch einen anderen Habitus, ohne deswegen sich etwa durch eigene Mineralspecies vor den metamorphosirten Kalkblöcken zu charakterisiren; doch lassen sich wohl kaum bestimmte Gesetze über deren Zusammensetzung aufstellen. Wie schon früher gesagt, sind derartige metamorphosirte Laven ziemlich selten.

Zum Schluss sei es mir gestattet, die bis jetzt gewonnenen Resultate kurz zusammenzufassen: 1. Alle Kalkblöcke zeigen nach den Drusen zu eine gesetzmässige zonare Anordnung ihrer Gemengtheile; 2. alle Kalkblöcke enthalten Silicate, die mit denen der zonarstruirten Silicatblöcke identisch sind, und da diese letzteren denselben Bau zeigen, wie die Kalkblöcke, so sind sie als mit den Kalkblöcken identisch aufzufassen; 3. Sanidin-, Granat-, Vesuvian- etc. Blöcke sind Drusenausfüllungen.

Beschreibung der in den Blöcken auftretenden Minerale.

Wenn wir die einzelnen in den Blöcken enthaltenen Minerale näher in's Auge fassen, so gebührt wohl dem Calcit die erste Stelle, da er hauptsächlich den Grund zur Neubildung der meisten anderen gegeben hat. Der Kalkspath bildet den Hauptbestandtheil der typischen Kalkblöcke, doch tritt er fast stets auch, wie man unter dem Mikroskope leicht nachweisen kann, in den Olivinpartien

[1]) Monatsber. d. kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 29. Juli 1875, pag. 538.

Digitized by Google

der zonar struirten Silicatblöcke auf, nur dass er da gegen den Olivin bedeutend zurücksteht, ja auch ganz fehlen kann; doch überwiegt auch in den sogenannten Kalkblöcken bisweilen der Forsterit vor dem Calcit, ja es kommen fast reine Forsteritblöcke vor.

Ausserdem tritt der Kalkspath noch in den Drusen auf und bildet mit den verschiedensten Mineralen Gemenge. So bestand ein Block aus einem grosskörnigen Gemenge von Calcit, Sodalith, Augit, Glimmer, Vesuvian und einem stark zersetzten Minerale, jedenfalls Anorthit. Das Ganze ist nicht etwa als ein metamorphosirter Kalkblock zu betrachten, sondern als ein aus einem grösseren Hohlraum oder einer Spalte losgelöstes Aggregat, wofür der ganze Habitus spricht, da erstens keine zonenartige Anordnung zu erkennen ist, zweitens der Olivin vollkommen fehlt und drittens der Kalkspath mit Mineralen, die sonst nirgends in der Grundmasse auftreten, zusammen vorkommt; wohl aber finden wir in Drusen den Calcit isolirt neben jenen Mineralen, mit denen er hier ein körniges Gemenge bildet.

Charakteristisch und höchst eigenthümlich ist es, dass der Kalkspath, wo er in den Drusen sitzt, nie Krystallumrisse zeigt, sondern stets in abgerundeten Körnern, die wie abgeschmolzen aussehen, vorkommt.

An keinem einzigen der mir vorliegenden Calcitkörner war es möglich, auch nur annähernd zu bestimmen, was wohl dem rundlichen Gebilde für eine Krystallgestalt zu Grunde gelegen habe.

Der Sodalith und einige andere Minerale treten in ganz ähnlichen abgerundeten Körnern auf, doch erkennt man hier stets noch das zu Grunde liegende Rhombendodekaëder.

Dass diese kugeligen Gebilde wirklich krystallographisch individualisirt sind, ersieht man aus der einheitlichen Spaltbarkeit, die das Korn durch seine ganze Masse aufweist. An eine Abschmelzung der Krystalle ist hierbei wohl kaum zu denken, da es noch nicht gelungen ist, kohlensauren Kalk zum Schmelzen zu bringen, das einzige, was übrig bleibt, ist eine Corrodirung durch Säuren; es ist dies ja bei einem Vulkan durchaus nicht unwahrscheinlich.

Unter dem Mikroskop zeigt der Kalkspath in den bei weitem meisten Fällen vollkommen homogene, einschlussfreie, wasserklare Substanz, durchzogen von den rhomboëdrischen Spaltungsrichtungen,

Digitized by Google

längs denen gewöhnlich Interferenzerscheinungen auftreten. Diese Spaltbarkeit in Verbindung mit der grauweissen Polarisationsfarbe ist so charakteristisch, dass eine Verwechslung mit anderen farblosen Mineralen wohl kaum möglich ist.

Der die Kalkblöcke bildende Calcit hält häufig Forsteritkörner und Spinelloctaëderchen eingeschlossen; in den aufsitzenden Krystallkörnern liegen ab und zu Augit, auch Glimmer, Apatit, Anorthit etc., auch Gasporen sind keine allzuseltene Erscheinung.

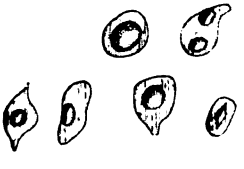
Höchst eigenthümlich sind Einschlüsse von mit Salz gesättigten Flüssigkeiten und Glaseinschlüsse; letztere sind bis jetzt wohl überhaupt noch nicht im Kalkspath beobachtet worden. Sie treten zwar äusserst selten auf, beide wurden nur in je einem Block wahrgenommen, aber ihre Natur kann nicht bezweifelt werden.

Die Flüssigkeitseinschlüsse enthalten stets würflige Krystalle ausgeschieden, und zwar bisweilen in solcher Menge, dass sie fast drei Viertel des Hohlraumes erfüllen. Die Würfel sind jedenfalls, analog denen in anderen Mineralen, z. B. im Anorthit und Sodalith, wo die Solutionen chemisch untersucht wurden, Kochsalz. Die Einschlüsse enthalten neben den Chlornatriumwürfeln meist noch ein Bläschen, das, in Folge der hineinragenden Krystallenden häufig nicht kuglig umgrenzt ist, auch kommt es vor, dass das Bläschen ganz fehlt und der Inhalt nur aus einem Aggregat von Kochsalzwürfeln zu bestehen scheint.

Die Einschlüsse besitzen gewöhnlich rundliche oder ovale Umrisse und sind in Streifen angeordnet, vermengt mit Gasporen. Ihre durchschnittliche Grösse beträgt 0·012 Millimeter, die der Würfel bis 0·004 Millimeter.

Am interessantesten sind jedenfalls die Glaseinschlüsse (Fig. 2). Der Block, in dem der glashaltige Calcit steckte, war ein Kalkblock mit aufsitzenden, wasserklaren Mejonit- und Sodalithkrystallen, sowie Augit und Glimmer, ohne Spuren amorpher Zwischensubstanz. Der Block hatte bis auf ein auffallend marmorähnliches Ansehen nichts besonderes an sich. Im Dünnschliff zeigte es sich, dass die Zonenstructur der echten Kalkblöcke zwar vorhanden, aber doch nicht in der typischen Ausbildung, auch trat der Forsterit nur sehr spärlich auf.

Fig. 2.



Digitized by Google

Von den Gemengtheilen dieses Blockes enthielten Glaseinschlüsse der Sodalith, Augit, Mejonit, was bei diesen Mineralen ja weniger auffallend sein dürfte, und genau die gleichen Einschlüsse wie in den genannten Mineralen, stecken auch im Calcit. Das Glas besitzt überall eine hell flaschengrüne Farbe und ist vollkommen klar, ohne irgend welche Entglasungsproducte. Die Gestalt ist meist rundlich, bisweilen spindelartig, welche Form von der eingelagerten Libelle dann nicht selten nachgeahmt wird. Das Bläschen ist oft so gross, dass der eigentliche Glaskörper nur einen schmalen Saum um dasselbe bildet, doch sinkt auch das Bläschen zu grosser Kleinheit herab. Ein Einschluss enthält auch wohl zwei Libellen, oder die Bläschen besitzen, wie schon erwähnt, keine kugelige, sondern spindelförmige, auch ovale oder birnenförmige Gestalt. Die Einschlüsse erreichen relativ beträchtliche Grösse: bis 0·024 Millimeter im Durchmesser.

Wie kommen nun jene Einschlüsse in den Kalkspath? Für secundäre Glaseinschlüsse nach dem Vorgange von Arthur Becker[1]) und K. v. Chrustschoff[2]), als durch spätere Frittung entstanden, kann man sie wohl kaum ansehen; dagegen spricht der marmorähnliche, nicht im Entferntesten eine Corrosion zeigende Habitus des Gesteins, das Fehlen jeder fremden Glasbasis, überhaupt jedes einstmals gluthflüssig gewesenen Materials, welches secundär in den, an Hohlräumen durchaus nicht armen Block eingedrungen sein könnte. Auch das Aussehen der Einschlüsse selbst erinnert nicht an eine secundäre Bildung, auch besteht wohl keine unmittelbare Analogie mit den secundären Glaseinschlüssen in den Contactmineralen körniger Kalke. Es bleibt nur die eine Annahme übrig, dass der Kalkspath bei seiner Bildung jene Glaskörper eingeschlossen habe, d. h. dass er unter Gegenwart eines feurig flüssigen Magmas auskrystallisirte. Dass durch die Glühhitze die Kohlensäure nicht ausgetrieben wurde, ist wohl nur dadurch zu erklären, dass ein enormer Druck ein Entweichen derselben verhinderte.

Der vesuvische Calcit bildet nie Zwillinge nach $-{}^1/_2R$, wie sie in den Gesteinen so häufig sind, sondern stets einheitliche Körner; auch in kryptokrystallinen Massen, sowie secundär in Spalten

[1]) Z. d. D. geol. Ges., Bd. 33, 1881, pag. 39.

[2]) Ueber secundäre Glaseinschlüsse in den Gemengtheilen gefritteter Gesteine. Diese Mitth. 1882.

Digitized by Google

abgeschieden, ferner als Zersetzungsproduct anderer Minerale, z. B. des Anorthits, Mejonits etc. tritt er auf, doch bietet diese Art des Vorkommens durchaus nichts bemerkenswerthes dar.

Dasjenige Mineral, welches uns bei der Betrachtung der Sommablöcke wohl am ersten, sowohl durch sein constantes, als auch massenhaftes und verschiedenartiges Auftreten in's Auge fällt, ist der Augit. Man kann annehmen, dass er in keinem Blocke ganz fehlt; auch wenn er makroskopisch nicht vorhanden zu sein scheint, mikroskopisch ist er sicher noch in einigen Körnchen nachzuweisen.

Wo er den Block der Hauptsache nach zusammensetzt, da bildet er entweder granitisch körnige, auch sandsteinähnliche Gemenge oder dichte, hornsteinähnliche Aggregate, in welchen letzteren dann meist grössere Augite oder andere Minerale porphyrartig ausgeschieden sind. In den Kalkblöcken stellt er, wie schon erwähnt, die Auskleidung der Drusenwandungen dar, nur ganz selten kommt es vor, dass Krystalle auf der Glimmerzone direct aufsitzen.

Der Augit ist in verschiedenen Varietäten in den Blöcken vertreten: als Diopsid bildet er in prismatischen Krystallen die Begrenzung der Kalkblöcke, Fassait-ähnliche Krystalle sitzen bisweilen in den Drusenräumen, und die in den Eisspathblöcken auftretenden Pyroxene müssen wohl dem gewöhnlichen Augit zugerechnet werden, doch ist eine scharfe Grenze zwischen den einzelnen Varietäten kaum zu ziehen, da sich alle möglichen Uebergänge vorfinden.

Nicht selten treten verschiedene Augitvarietäten in einem und demselben Block auf, wie es z. B. G. vom Rath in seiner „Analyse des gelben Augits vom Vesuv“ [1]) beschreibt: „Recht bemerkenswerth ist es wohl, dass in dieser Bombe der Augit in drei verschiedenen Farben und Ausbildungsweisen vorkommt: schwarz als Gemengtheil des die äussere Hülle bildenden Sanidingesteins, grün in der zweiten die eigentliche Drusenwandung bildenden Zone, endlich lichtgelblich in den das Innere erfüllenden Gemengen. Es scheint gleichsam eine Läuterung, eine Veredlung von der äusseren Zone nach dem Inneren unseres Auswürflings stattgefunden zu haben.“

Der Augit welcher im Innern der aus dem Kalk hervorgegangenen Blöcke sitzt, ist grün in allen Nuancen bis fast vollkommen farblos; braune Färbung, wie sie in den jungeruptiven Gesteinen so häufig ist, tritt nur sehr selten auf, ebenso ist die oben erwähnte gelbliche

[1]) Monatsber. d. kgl. Acad. d. W. zu Berlin. 29. Juli 1875, pag. 538.

Digitized by Google

Abart nicht allzuhäufig, und die dunklen bis schwarzen Varietäten sind nur auf die Sanidinblöcke beschränkt.

Der Augit bildet überall da, wo er frei auskrystallisiren konnte, schöne Krystalle, die von beträchtlicher Grösse bis zu den zierlichsten Gebilden herabsinken. Auch zeigen dieselben meist normale ebenflächige Bildung, selten finden sich Krystalle mit drusiger oder corrodirter Oberfläche, mit abgerundeten Kanten und Ecken, oder verzerrten Gestalten. Bisweilen kommt es vor, dass die Krystalle mit einem weissen oder bräunlichen Ueberzug versehen sind, der auch in die Spalten eindringt und nicht etwa ein Zersetzungsproduct des Augits ist, sondern nur secundär abgelagerter, durch Eisenoxyd gefärbter Kalk.

Die Formen, in denen der vesuvische Augit krystallisirt, sind von bewährten Forschern schon so eingehend studirt worden, dass es wohl überflüssig ist, auf dieselben näher einzugehen. Was die chemische Zusammensetzung anbetrifft, so ist dieselbe ebenfalls schon mannigfach untersucht worden, so von Dufrénoy[1]), Rammelsberg[2]), G. vom Rath[3]) u. A. Die bei weitem grösste Masse des vesuvischen Pyroxens gehört nach diesen Analysen dem Diopsid an, auch ein Theil der in den dunklen Bändern der Eisspathblöcke auftretenden Augite muss hierher in Folge seiner lichtgefärbten eisenarmen Substanz gerechnet werden.

Die Umgrenzung der Augite ist auch in den Aggregaten immer eine, wenn auch bisweilen undeutliche, krystallographische, wirklich körnige Gemenge kommen selten vor. Trotzdem sind Anomalien in der Ausbildung nicht ausgeschlossen, ja die Corrosion der Krystallgestalt kann in seltenen Fällen soweit gehen, dass nur noch gleichsam Krystallskelette, wie sie beim Granat häufig sind, übrig bleiben; das Innere ist meist mit Sanidinkörnern erfüllt, die ohne irgend welche Beziehung zu dem Krystall eingebettet zu sein scheinen. Schalenförmiger Bau, wobei die verschiedensten Farbennuancen neben einander auftreten, ist nicht selten. Zwillinge nach $\infty P\infty$ kommen vor, aber nicht häufig.

Die Spaltbarkeit nach ∞P ist immer gut entwickelt und bildet durch ihren charakteristischen Verlauf, in Verbindung mit der stark

[1]) Mém. p. serv. à une descr. geol. de la Fr. IV, 379.

[2]) Pogg. Ann. 49, 378.

[3]) Acad. d. W. zu Berlin 1875, 538.

Digitized by Google

schiefen Auslöschung, das beste Unterscheidungsmerkmal von anderen, ähnlich beschaffenen Mineralen.

Zu der Spaltbarkeit nach ∞P tritt nicht selten noch deutlich eine zweite nach einem verticalen Pinakoid hinzu, die sicher in Berücksichtigung der beim Diopsid häufig auftretenden klinodiagonalen Spaltbarkeit, als solche auch hier in Anspruch genommen werden kann. Sie bildet absetzende gerade Risse, die quer die Hauptspaltensysteme durchschneiden.

Die optischen Verhältnisse sind die gewöhnlichen, nur zeigt sich an manchen dunkler gefärbten Varietäten, besonders den bräunlichen ein ziemlich starker Pleochroismus. Die Auslöschungsschiefe scheint meist nicht über 40° hinauszugehen, nur die dunkleren Varietäten überschreiten bisweilen diesen Werth.

Mikroskopisch gewähren die Augite durchaus nicht so ein klares, homogenes Bild, wie man es nach dem äusseren Habitus vielleicht erwarten sollte, sondern zeigen sich in der Regel mit mehr oder weniger Einschlüssen erfüllt und durch fremde Minerale verunreinigt. Die Einschlüsse bestehen theils aus Flüssigkeiten, theils aus Gas. Am häufigsten jedoch stellen sich trübe, fetzen- und lappenartig gestaltete Partien ein, und nehmen bisweilen so überhand, dass der Augit ein vollkommen zerfressenes Ansehen bekommt, und die an und für sich klare Augitmasse nur wie ein Gitterwerk die Einschlüsse umgibt. Welcher Art diese Gebilde sind, ist schwer zu bestimmen, jedenfalls sind es Hohlräume, in die, während der Bildung des Minerals, sich kryptokrystalliner Kalk und anderes nicht näher zu erkennendes Material ablagerte. Nicht ausgeschlossen ist vielleicht auch, dass wir es hier mit Schlackenpartikeln zu thun haben, doch liess sich etwas bestimmtes über die Natur dieser Gebilde leider nicht ermitteln.

Die typischen Gasporen weichen in nichts von dem bekannten Habitus ab. Die Flüssigkeitseinschlüsse sind, ebenso wie die vorhergehenden, durch alle Augitvarietäten verbreitet. Sie erreichen nie grössere Dimensionen, besitzen stets eine Libelle und scheinen durchgehend Salzlösungen zu enthalten, da sich meist würfelförmige Ausscheidungen vorfinden, die im übrigen ganz den beim Calcit beschriebenen ähneln. Glaseinschlüsse kommen sehr selten vor und scheinen sich auf die Augite der Eisspathblöcke zu beschränken, wenigstens war es mir nicht möglich, dieselben in Pyroxenen der Augitzonen der Kalkblöcke aufzufinden.

Digitized by Google

Erschwert werden derartige Untersuchungen ungemein durch die grüne Farbe der Masse und nur ein sehr gutes Instrument kann hierbei richtige Resultate liefern.

Die Einschlüsse fremder krystallinischer Substanzen richten sich ganz nach dem Mineralgemenge, das den Augit umgibt. So sind in den Sanidinaggregaten Einschlüsse von Sanidin, Nephelin etc. häufig, in den Kalkblöcken solche von Glimmer, selten von Olivin und noch seltener (nur in einem einzigen Handstück) solche von Spinell.

Der Glimmer steht an Häufigkeit des Vorkommens dem Augit nur wenig nach, er kommt sowohl zonenbildend in den Kalkblöcken vor, als auch als Gemengtheil der die Drusen erfüllenden Aggregate, seltener jedoch in den reinen Eisspathblöcken.

Bisweilen bildet er ausschliesslich den Grund der Auswürflinge, an anderen tritt er in den, durch die senkrecht gegen die Drusenwand gerichtete Stellung bedingten, bekannten rosetten- und büschelförmigen Gebilden auf.

Die Grösse ist, wie beim Augit, eine sehr wechselnde: von porphyrischen Krystallen, die 1 Centimeter und darüber im Durchmesser aufweisen, bis zu den winzigsten mikroskopischen Schüppchen, sind alle Grössenverhältnisse vertreten. Sehr liebt es der Glimmer in den Kalkblöcken verworrene mikrofilzige Aggregate zu bilden, und erst in der Nähe der Zonengrenze ordnen sich die Blättchen dann parallel an.

Ein wesentlich aus Glimmer bestehender Block enthielt in seiner Masse erbsengrosse Gebilde, die in ihrem Aussehen an die Lithophysen mancher Porphyre erinnerten. Sie setzen sich aus helleren und dunkleren Ringen zusammen und stecken vereinzelt in der Glimmermasse.

Unter dem Mikroskop zeigt es sich nun, dass diese Kugeln ebenfalls nur aus Glimmer bestehen, und zwar ist derselbe vollkommen identisch mit demjenigen der Grundmasse, nur ist er viel feinblättriger und erinnert durch seine Anordnung lebhaft an die Glimmerzonen der typischen Kalkblöcke, und vielleicht sind die Gebilde auch nur gleichsam embryonale Drusenräume, vielleicht aber auch auf contact-metamorphische Bildung zurückzuführen. Die dunklen Ringe entstehen dadurch, dass sich in den Glimmerblättchen zahlreiche winzige Hohlräume, sowie zwischen den Blättchen schmutziggraue Partikel einstellen; die hellen Ringe dagegen bestehen aus

Digitized by Google

einem normalen einschlussfreien Aggregat dieser kleinen, meist radiär angeordneten Schüppchen. Die Mitte wird gebildet von einem ganz regellosen wirren Aggregat von Glimmerkryställchen, die aber vollkommen identisch mit denen der concentrischen Ringe sind. Dadurch dass die Kugelschalen nicht so regelmässige Bildung aufweisen, sondern dass sie häufig nur bruchstückweise auftreten, entsteht jener lithophysenähnliche Habitus.

Die frei aufsitzenden Glimmerblätter besitzen scharf sechsseitige Umrandung, auch an den zu Aggregaten vereinigten ist dieselbe theilweise gut erhalten. Die Flächen zeigen im Gegensatze zu den Kanten nicht so regelrechtes Wachsthum, und sind, besonders an den freien Krystallen, nicht selten treppenförmig eingesenkt. Diese Einsenkung kann soweit gehen, dass in der Mitte ein vollkommenes Loch entsteht, und der Krystall gleichsam nur als sechsseitiger Rahmen erhalten ist. Zwillinge nach ∞P mit basischer Verwachsung kommen nicht selten vor, doch nur bei frei auskrystallisirten Individuen. „Mit Zwillingsbildung nicht zu verwechseln ist ein treppenförmiges Alterniren der Randflächen, wie es am vesuvischen Biotit häufig vorkommt.“ [1])

Die Farbe des Vesuvglimmers wechselt ausserordentlich; es gibt auf der einen Seite fast vollkommen farblose, auf der anderen fast schwarze, doch ist die am häufigsten auftretende Färbung das Grün in den verschiedensten Abstufungen, auch gelbe und braune Töne fehlen nicht. Nach Tschermak [2]) „sind die fast farblosen und die gelben Krystalle bald mehr säulenförmig, bald auch tafelförmig. Sie zeigen in den Zonen der Randfläche gewöhnlich Streifung und vielfache Flächenwiederholung, dazu kommt öfters einfache oder wiederholte Zwillingsbildung. Die Krystalle sind ziemlich flächenreich, werden aber hierin von den braunen übertroffen, von welchen die hellbraunen denselben Typus, wie die gelben tragen, während manche dunkelbraune wie rhombische Tafeln erscheinen. Die dunkelgrünen Krystalle sind gewöhnlich flächenärmer und tragen öfter den langsäulenförmigen Typus. Die schwarzen Krystalle haben dieselben Flächen und sind gewöhnlich tafelförmig.“ Dieser allgemeinen krystallographischen Charakteristik ist wohl kaum noch etwas hinzuzufügen.

---

[1]) G. vom Rath, Ein merkw. Glimmerkr. v. Vesuv. Pogg. Annal. 1876. Bd. 155, pag. 422.

[2]) Tschermak, Z. f. Kr. u. Min. 1878.

Digitized by Google

Die chemischen Analysen, im Verein mit den optischen Untersuchungen, haben dargethan, dass alle Vesuvglimmer Magnesiaglimmer sind, und zwar Meroxen. „Doch lässt der ab und zu auftretende Fluorgehalt vermuthen, dass dies doch vielleicht nicht ausschliesslich Geltung besitze, sondern dass ein Theil vielleicht Phlogopit sei“[1]; auch theilt unter Anderen F. Berwerth eine Analyse mit, die recht von der sonstigen Zusammensetzung des vesuvischen Meroxens abweicht. Ferner lassen z. B. die verschiedenen Grade der Elasticität, welche die in verschiedenen Blöcken sitzenden Krystalle aufweisen, und die nicht etwa auf eine chloritische Umwandlung zurückzuführen ist, verschiedenartige Glimmervarietäten vermuthen, ausschliesslich jedoch sicher der Muscovitreihe. Doch gelang es mir nicht, etwas Näheres darüber zu ermitteln; auch die Untersuchungen vermittelst der Schlagfiguren führten zu keinem Resultate.

Der Glimmer ist eines von den Mineralen, die ausserordentlich wenig geneigt sind, fremde Bestandtheile in ihre Masse einzuschliessen, und so zeigt auch der vesuvische Biotit für gewöhnlich vollkommen reine und klare Substanz, nur selten treten Einschlüsse auf, und zwar scheint deren Zahl im geraden Verhältnisse zu der Grösse der Blättchen zu stehen. Noch am häufigsten trifft man im Glimmer Augitkryställchen an; dieselben stellen sich sogar constant ein, wo beide Zonen zusammenstossen; ferner finden sich in dem Glimmer der Kalkblöcke Olivine oft in ziemlicher Menge, selten Spinelle, Apatite etc. Von den Einschlüssen, die keine fremde Mineralsubstanz repräsentiren, treten noch am häufigsten Gasporen auf, seltener schon Flüssigkeitseinschlüsse, auch hier wiederum mit Kochsalzausscheidungen. Glaseinschlüsse habe ich in keinem der vesuvischen Glimmer nachweisen können.

In den Glimmeraggregaten treten zuweilen Gebilde auf, die täuschende Aehnlichkeit mit Tetraëdern aufweisen, und die theils in, theils zwischen den Glimmerblättern zu stecken scheinen. In ihrem Auftreten erinnern sie unwillkürlich an die Diamant-Einschlüsse, die Jeremejew im Xanthophyllit aufgefunden zu haben glaubte, sind aber hier ebenfalls, wie in dem erwähnten Falle, nur Hohlräume, die theils dem Glimmer an und für sich angehören mögen, theils aber auch durch Zusammenstossen verschiedener Biotit-

[1]) Tschermak, Die Glimmergruppe. Z. f. Kr. 1878.

[2]) Glimmer vom Vesuv: ebenda.

Digitized by Google

blättchen unter annähernd den Winkeln des Tetraëders entstanden sind. Zerbrochene, sowie gewellte Glimmer kommen vor, aber nur bei den in Drusenaggregaten sitzenden Krystallen.

Der Glimmer ist leicht im Schliff zu recognosciren, seine eminente Spaltbarkeit, die noch bisweilen durch secundär abgelagerten Kalk oder Eisenhydroxyd hervorgehoben wird, der starke Dichroismus etc. machen eine Verwechslung fast unmöglich. Der Glimmer zeigt wohl in keinem vesuvischen Vorkommnis Zersetzungserscheinungen, dagegen fand ich eine sehr interessante Herausbildung von Augit aus Biotit in einem Block, der zu den wenigen gehörte, die eine Umwandlung älterer vesuvischer Laven repräsentiren. Ehe ich jedoch auf den erwähnten Fall näher eingehe, sei es mir gestattet, einige Worte über die Zusammensetzung des betreffenden Auswürflings vorauszuschicken.

Der Block bestand aus einem dichten hornsteinähnlichen Augitaggregat. In diesem steckten scharfkantige, fremdartige Gesteinsbruchstücke, die sich deutlich durch ihre rostrothe Farbe aus der übrigen grünen Masse abhoben. Doch liessen dieselben makroskopisch keine Gemengtheile erkennen. Unter dem Mikroskope zeigte sich nun, dass diese braunen Partien ein umgewandeltes älteres massiges Gestein waren, und mit der Augitmasse des übrigen Blockes in keinem Zusammenhange standen. Die Grundmasse bestand jedenfalls aus Nephelin; sie bot ein ganz ähnliches Bild, wie es die Nephelinbasalte zeigen. In dieser klaren Masse steckten zahlreiche Körnchen von Augit, sowie in nicht geringerer Menge Nadeln von gelbgrünlicher Farbe, ohne terminale Flächen, die man beim ersten Anblick geneigt ist, ebenfalls für Augitkryställchen zu halten; doch ist dies nicht möglich, da die Stäbchen stets gerade auslöschen und immer nur schwache bläuliche Polarisationsfarben aufweisen. In Salzsäure sind sie löslich.

Die qualitative Analyse des löslichen Theiles der braunen Partien im Block ergab: SiO_2 (gelatinös abgeschieden), Al_2O_3 (viel), Fe (wenig), CaO (viel), MgO (wenig), Na_2O (viel), K_2O (Spuren), H_2S, CO_2, PO_4H_3 (ziemlich viel).

Die Analyse verweist darauf, dass das Mineral ein kalkreiches Silicat sein muss (Al_2O_3 und Na_2O sind sicher zum grössten Theil auf Rechnung des mit in Lösung gegangenen Nephelins zu stellen), und es liegt die Vermuthung nahe, dass dasselbe Melilith ist, der

Digitized by Google

auch in der Augitmasse des eigentlichen Blocks einen hervorragenden Gemengtheil bildet. Ein Theil der Nädelchen ist sicher, in Berücksichtigung des hohen Phosphorgehalts, Apatit. In der Nephelingrundmasse stecken ausser den Nädelchen noch grosse, porphyrische Krystalle von Augit und braunem Biotit, die durch ihr ganzes Auftreten beweisen, dass sie keine Neubildungen sind, sondern Ausscheidungen in der alten Lava.

Die Augite sind ganz hellgrün und zeigen immer einen dunkelgrünen Rand; höchst eigenthümlich hierbei ist es, dass diese dunkle Zone, die im gewöhnlichen Lichte sich nicht scharf von der übrigen Augitmasse abhebt, bei gekreuzten Nicols eine Auslöschungsschiefe aufweist, welche die des hellen Kernes meist um 10° übersteigt (in einem Falle sogar 20°). Es ist dies wohl kaum anders zu erklären, als dass das ursprüngliche diopsidische Mineral eine Umwandlung in gewöhnlichen Augit erfahren hat; eine peripherische Anlagerung des letzteren ist deswegen nicht anzunehmen, da eine scharfe Trennungslinie nirgends existirt. Eine auffallende Erscheinung ist, dass sich um die grösseren Augitkrystalle immer ein Hof befindet von klarer Grundsubstanz, ohne eingelagerte Melilithkryställchen; erst in einiger Entfernung stellen sich die letzteren dann wieder ein.

Fig. 3.

Die porphyrischen Glimmerkrystalle zeigen überall eine Umwandlung in Augit (Fig. 3). Dieselbe gibt sich dadurch kund, dass sich rings um den Glimmer eine körnige Zone von Augit bildet, die sich immer weiter in den Krystall einfrisst und, auf den Spalten vordringend, den ganzen Krystall, unter Beibehaltung der ursprünglichen Form, in ein Aggregat von Augitkörnern umwandelt. Der Glimmer zeigt hierbei nach den Augitgrenzen zu ein Ausblassen der dunkelbraunen Farbe, die im Contact mit dem Augit bis zur Farblosigkeit sich abschwächt. Neben dem Augit finden sich noch als Umwandlungsproduct Körner von Magnetkies, die meist von einem braunen Eisenoxydhof umgeben sind. Die Anordnung der Augitkryställchen scheint eine ganz regellose, in

Digitized by Google

keinem Zusammenhange mit der Krystallform des Glimmers stehende zu sein. Das ist also der äusseren Erscheinung nach ein ähnlicher Vorgang, wie die kaustische Umwandlung des Biotits der Andesite und Trachyte in Augit und opake Octaëderchen; der Entstehung nach aber doch wohl verschieden.

Der Vesuvian tritt nur in den Drusen der Kalk-, respective der mit diesen in Zusammenhang zu bringenden, zonar struirten Silicatblöcke auf. Wo er als körniges Aggregat vorliegt, stellt er, wie schon früher erwähnt, nichts weiter dar, als Drusenmassen, die jetzt von ihrem einstmaligen Untergrunde losgelöst sind.

Der Vesuvian liebt es sehr, mit Granat sich zu aggregiren; man findet keinen Granatblock, der nicht einen bedeutenden Procentsatz Vesuvian enthielte, ebenso kein Vesuvianaggregat, das nicht Granatkörner umschlösse, selbst in den reinen Eisspathblöcken ist der Vesuvian gar kein so seltener Gast, am häufigsten jedoch sitzt er in schönen Krystallen in den Drusen der silicatreichen Kalkblöcke, zusammen mit Glimmer und Augit.

Die Krystalle erreichen oft bedeutende Grösse: ein in einem feinkörnigen Anorthitblock sitzender Krystall besass einen Durchmesser von über 2 Centimetern. Die Basis war bei den mir vorliegenden Krystallen fast stets mit rundlichen Höckern parquettbodenartig versehen, was eine rasche Orientirung ermöglichte. Im Ganzen sind jedoch Unregelmässigkeiten in der Krystallbildung nicht allzu häufig. Die Farbe der Krystalle ist gewöhnlich braun und gelb in verschiedenen Nuancen; die Vesuviane in den Granatblöcken zeigen fast durchgehends eine grüne Färbung, die täuschend an grünen Olivin erinnert.

Im Dünnschliff wird der Vesuvian mit lichtbräunlichen oder gelblichgrünen Tönen durchsichtig und zeigt da, wo er in Krystallen aufsitzt, natürlich auch geradlinige Umgrenzung, während er in den Aggregaten ganz unregelmässig contourirt ist, doch lässt in letzterem Falle der ungemein häufig auftretende schalenförmige Aufbau die dem Korn zu Grunde liegende Krystallgestalt deutlich erkennen. Derselbe deutet sich meist schon im gewöhnlichen Lichte durch zarte parallele Linien an, auch wechseln die Farben fast immer in schwachen Tönen, prachtvoll dagegen tritt er im polarisirten Lichte hervor, vorausgesetzt natürlich, dass die Schnitte nicht senkrecht gegen die Hauptaxe gerichtet sind. Die einzelnen Schichten zeigen

Digitized by Google

immer etwas abweichende optische Orientirung und treten daher als verschieden gefärbte Streifen in oft ganz herrlichen Farbennuancen neben einander auf. Ueberhaupt sind schön bunte, wenn auch nicht gerade sehr lichtstarke Polarisationsfarben ganz charakteristisch für den Vesuvian. Besonders häufig ist zwischen gekreuzten Nicols eine leichte Fleischfarbe, die bis in's licht morgenrothe geht, weniger häufig treten die schönen rothen, blauen, grünen und gelben Töne auf. Neben diesen bunten Farben erscheinen auch sehr matte graue und gelbliche, die so lichtschwach werden können, dass eine Unterscheidung von dem ebenfalls fast immer doppelbrechenden Granat oft gar nicht allzu leicht ist.

Sind die Längsdurchschnitte etwas dunkler gefärbt, so zeigen sie auch regelmässig einen gar nicht allzuschwachen Pleochroismus, der zwischen denselben Grenzfarben schwankt, welche die Vesuviane im zerstreuten Lichte aufweisen, nämlich zwischen röthlichbraun und gelblichgrün.

Eine prismatische Spaltbarkeit tritt wohl auf, doch ist sie nirgends deutlich ausgeprägt und gewöhnlich durchziehen nur ganz unregelmässige Sprünge den Krystall. Den Verlauf der Auslöschungsrichtung erkennt man am besten an eingelagerten, trüben, strichartigen Gebilden, die nicht etwa als absetzende Spaltrisse, sondern als langgestreckte Einschlüsse, parallel der Hauptaxe, zu betrachten sind. Ihrer Natur nach sind sie wohl Hohlräume, die mit trüber Substanz erfüllt sind, ähnlich den beim Augit erwähnten.

Ausser diesen Gebilden ist der Vesuvian arm an Einschlüssen, selten trifft man Gasporen oder Flüssigkeitseinschlüsse mit Kochsalzausscheidungen und dann immer von ausserordentlicher Kleinheit. Sorby[1]) gibt auch Glaseinschlüsse an, doch habe ich solche in dem mir vorliegenden Materiale nicht auffinden können. Etwas häufiger noch umschliesst der Vesuvian Minerale, die mit ihm zusammen vorkommen, wie Glimmer, Augit, Granat, Sanidin etc., doch in den meisten Fällen zeigt er homogene einschlussfreie Masse.

Eine ziemlich ausführliche Beschreibung des Vesuvians gibt unter Anderem auch v. Zepharovich[2]) in seinen „Krystallographische Studien über den Idokras".

---

[1]) Quart. journ. of geol. soc. XIV, pag. 30.

[2]) Sitzber. d. math. naturw. Classe d. k. Akad. d. W. Bd. XLIX, pag. 32 ff.

Digitized by Google

Die Olivingruppe ist in den Sommablöcken durch Forsterit, Olivin, Monticellit und die Humitminerale: Humit, Chondrodit und Klinohumit vertreten.

Der Forsterit bildet, wie schon an früherer Stelle erwähnt, einen nicht unerheblichen Gemengtheil aller Kalkblöcke, immer dabei mit Spinell vergesellschaftet, der auch in zahlreichen kleinen Kryställchen, welche in Folge ihrer lichtgrünen Farbe täuschend an manche Glaseinschlüsse erinnern, in der Forsteritmasse steckt.

Doch sind dies zugleich auch die einzigen Einschlüsse; weder Gasporen, noch Flüssigkeits-, noch Glaseinschlüsse habe ich in diesen klaren Körnern entdecken können. Dagegen zeigen alle eine Umrindung von grauer trüber Substanz, die, je näher dem Rande des Blockes, auch an Menge zunimmt und endlich ganz an Stelle des körnigen Kalkspathes die Zwischenmasse der Forsterite bildet. Zugleich geht eine Abnahme der Korngrösse der letzteren damit Hand in Hand, bis der Forsterit verschwindet und die ersten Vorläufer der Glimmerzone sich einstellen.

Diese graue Rinde ist nun nicht etwa als Zersetzungsproduct des Forsterits zu betrachten, da wir an keiner Stelle ein Eindringen in die Forsteritsubstanz beobachten, sondern hat sich wohl schon bei der Bildung des Minerals demselben angelagert und besteht aus kryptokrystallinem Kalk, der gleichsam als Ueberrest des früheren Kalksteins sich erhalten hat, ohne in Kalkspath metamorphosirt worden zu sein.

Was die übrigen charakteristischen Eigenschaften des Forsterits anbelangt, so sind dieselben schon früher bei der Beschreibung der Kalkblöcke angegeben worden.

Bisweilen kommt der Forsterit in selbstständigen Aggregaten vor, und dann erreichen die einzelnen Individuen, ebenso wie der immer vorhandene Spinell, oft beträchtliche Korngrösse.

In den Drusen aufsitzende Krystalle habe ich nirgends gefunden, ebensowenig auch vom Olivin. Der Monticellit war in den mir vorliegenden Blöcken überhaupt nicht vorhanden, so dass ich auf eine Charakteristik desselben einstweilen verzichten muss. Es lag mir zwar ein Block vor mit der Etiquette „Monticellit“, doch erwies sich derselbe bei näherer Untersuchung als Forsterit, indem das betreffende Mineral keine Spur von Kalk enthielt.

Der eigentliche Olivin ist mit dem Forsterit chemisch durch Uebergänge auf's Engste verknüpft, aber trotz seines analogen Auf-

Digitized by Google

tretens zeigt er in seinem Aufbau doch einige Abweichungen von letzterem. Vor Allem tritt er stets in grösseren Krystallen auf, die nicht farblos, sondern von lichtröthlicher bis gelblicher Farbe sind. Er sticht dadurch sofort von der ihn umgebenden grünen Glimmerzone ab.

Grüne Olivine, wie sie Scacchi beschrieben hat, gehören jedenfalls zu den Seltenheiten, da sie in den mir vorliegenden Handstücken überhaupt nicht vorkamen; die hellen Körner zeigen zwar bisweilen einen Stich ins Grüne, aber wirklich grüne Varietäten habe ich nicht gefunden. Nach Scacchi[1]) zeigen die grünen Olivine bis an 11 Arten von Flächen, die weisslichen weniger.

Im Dünnschliff werden die zu Aggregaten verbundenen Olivine vollkommen farblos und zeigen nie krystallographische Umgrenzung. Gegenüber den bisweilen ebenfalls auftretenden Augiten, charakterisiren sie sich durch die den Spaltungsrissen parallel verlaufende, gerade Auslöschung. Diese Spaltbarkeit nach $\infty \breve{P} \infty$ ist beim vesuvischen Olivin, im Gegensatz zu dem im Basalten und anderen Gesteinen auftretenden, im Ganzen gut ausgebildet und verläuft immer durch den ganzen Krystall, wenn auch nicht in vollkommen gerader Linie; es ist dies eines der besten Unterscheidungsmerkmale von den Gliedern der Humitgruppe, die nur eine undeutliche Spaltbarkeit aufweisen.

Zwillinge des Olivins habe ich nicht gefunden. Die Polarisationsfarben sind sehr lebhafte, das Relief der Körner ist ziemlich markant. Im convergenten polarisirten Lichte zeigen die geeigneten Schnitte meist sehr schöne und klare Axenbilder.

An Einschlüssen ist der Olivin, im Gegensatze zum Forsterit, ziemlich reich, und zwar finden sich neben Spinellkryställchen zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse mit ausgeschiedenen Chlornatriumwürfeln. Dieselben erfüllen oft ganz die Olivinmasse und erreichen beträchtliche Grösse. Neben ihnen finden sich fast noch zahlreicher mit trüber Substanz ausgekleidete, fetzenartig gestaltete Hohlräume, ganz ähnlich wie im Augit etc. Glaseinschlüsse kommen, gleichwie im Forsterit, so auch im Olivin nirgends vor.

Im Dünnschliff sind die Humitminerale nur sehr schwer vom Olivin zu unterscheiden, besonders gilt dies von dem rhombischen eigentlichen Humit. Derselbe tritt genau in denselben Körnerformen

[1]) Ueber den Olivin des Monte Somma. Pogg. Ann. Ergb. III, in's Deutsche übertragen von G. vom Rath.

Digitized by Google

auf, wie der Olivin, zeigt fast farblose Durchschnitte, eine Spaltbarkeit längs welcher gerade Auslöschung erfolgt, lebhafte Polarisationsfarben, kurz alle Eigenschaften, die als charakteristisch für den Olivin aufgezählt wurden, auch führt er genau dieselben Einschlüsse: Gasporen und Flüssigkeitseinschlüsse, letztere mit ausgeschiedenen Kochsalzwürfeln.

Zum Ueberfluss ist der Humit auch gewöhnlich noch innig mit dem Olivin aggregirt. Das einzig sichere Unterscheidungsmittel bildet in geeigneten Fällen die Spaltbarkeit unter Berücksichtigung der optischen Verhältnisse.

Bei beiden Mineralen liegt die Ebene der optischen Axen in der Basis, die spitze Bisectrix fällt mit der Brachydiagonale zusammen.

Der Olivin zeigt deutliche Spaltbarkeit nach $\infty \breve{P} \infty$, der Humit weniger deutliche, aber immerhin gut zu erkennende nach $0P$. Würden wir nun z. B. von beiden Mineralen einen Schnitt nach $\infty \breve{P} \infty$ im convergenten polarisirten Lichte vor uns haben, so würden wir bei beiden die charakteristischen Axenbilder zweiaxiger Minerale erhalten.

Der Verlauf der Spaltbarkeit würde aber beim Olivin die Scheiteltangenten der Hyperbeläste repräsentiren, beim Humit dagegen die Verbindungslinie der beiden Pole. Haben wir nun im Präparate einen Schliff, der annähernd der prismatischen Zone angehört (andernfalls wird die Bestimmung ungenau), so hat man nur zu beobachten, ob die Spalten tangential oder radial zu den im Gesichtsfelde erscheinenden bunten Kreissegmenten verlaufen; im ersteren Falle hat man auf Olivin, im zweiten Falle auf Humit zu schliessen.

Leichter als der Humit sind der Chrondrodit (Scacchi's Humit vom II. Typus) und der Klinohumit (Scacchi's Humit vom III. Typus) vom Olivin, mit dem sie ebenfalls zusammen vorkommen, zu trennen.

Der mikroskopische Habitus ist zwar genau derselbe, auch sie enthalten dieselben Einschlüsse und zeigen dieselben von undeutlichen Spalten durchzogenen Körner, aber die in der Zugehörigkeit zum monoklinen System begründete überwiegende schiefe Auslöschung lässt beide leicht erkennen.

Beim Klinohumit beträgt dieselbe 7·5°—12°, beim Chondrodit 25°—30° auf $\infty \breve{P} \infty$.

Der Chondrodit scheint bedeutend häufiger in den Aggregaten vorzukommen, als der Klinohumit, indem die meisten überhaupt hierher gehörigen Körner eine Auslöschungsschiefe zeigen, die 20°—30° beträgt.

Digitized by Google

Es ist dies eigentlich sonderbar, da bei den frei ausgebildeten Krystallen das Verhältnis gerade umgekehrt ist, indem da der Klinohumit am weitaus häufigsten auftritt. Doch ist es auch möglich, dass in den wenigen, mir zu Gebote stehenden Handstücken zufällig der Chondrodit vorgewaltet hat, während die Regel vielleicht dasjenige Verhältnis ist, wie es die aufsitzenden Krystalle zeigen.

Ausser der schiefen Auslöschung unterscheiden sich Humit vom II. und III. Typus noch von dem rhombischen Humit und besonders vom Olivin dadurch, dass sie sehr häufig eine polysynthetische Zwillingsbildung aufweisen, die im polarisirten Lichte natürlich sofort in die Augen fällt. Diese polysynthetische Zwillingsbildung der weniger symmetrischen monoklinen Glieder, im Gegensatz zu der Armuth an Zwillingen beim rhombischen Humit und dem sehr nahe stehenden Olivin, als den mit mehr Symmetrie ausgestatteten, fordert unwillkürlich zu einer Parallele zwischen Plagioklas und Orthoklas heraus. Ausserdem erinnern die Zwillinge in ihrem ganzen Habitus oft täuschend an Plagioklas. Die Zwillingslamellen gehen wie bei letzterem bisweilen nicht ganz durch den Krystall, sondern keilen sich aus oder sind in der Mitte des Korns scharf abgeschnitten. An einer Stelle schien es auch, als wenn verzwillingte Lamellen eines monoklinen Humits im rhombischen Humit eingelagert wären, ein Analogon der perthitartigen Verwachsung von Orthoklas und Plagioklas, oder derjenigen von Enstatit und Diallag.

Der Humit in seinen 3 Varietäten ist eines der wenigen Minerale, die mit Olivin zusammen in den centralen Zonen der Silicatblöcke auftreten, doch nur in solchen, die keinen eigentlichen Kalkkern mehr zeigen, sondern wo die innerste Zone fast ausschliesslich aus Olivin besteht. Mit Forsterit zusammen in typischen Kalkblöcken findet er sich z. B. nirgends. Charakteristisch scheint es ferner zu sein, dass da, wo dem Olivin Humit beigemengt ist, der Spinell fehlt, während man andererseits gewöhnlich voraussetzen kann, dass, wenn die Olivinaggregate Spinelle umschliessen, der Humit fehlt. Die Ausscheidung von Humit scheint demnach einen von dem gewöhnlichen etwas abweichenden Bildungsgang zu bedingen. Doch kommen auch wiederum Fälle vor, wo der Humit mit Spinell aggregirt ist, ja sogar Spinelloctaederchen eingeschlossen enthält.

In aufgewachsenen Krystallen findet sich der Humit auch in den reinen Kalkauswürflingen. Besonders häufig associirt er sich

Digitized by Google

nach G. vom Rath[1]) „mit Glimmer und zwar sowohl mit lichtgrünem, als auch mit röthlichgelbem, mit grünem Augit, weissem Olivin, schwarzem Spinell und Kalkspath, seltener mit anderen Gemengtheilen. Er besitzt meist lichtgelbe oder bräunliche Farbe, auch grünliche Töne, und ähnelt gewöhnlich sehr stark den gleichgefärbten Glimmerkryställchen, wenn diese nicht die Basis dem Beschauer zukehren, und so sich durch ihren Perlmutterglanz kundgeben.“ Eine sehr eingehende und treffliche Beschreibung der vesuvischen Humitvorkommnisse im Allgemeinen, sowie einiger interessanter humithaltiger Blöcke im Speciellen hat G. vom Rath als Nachschrift zu seiner Abhandlung: „Ein Beitrag zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Humits“ gegeben. Derselben sind auch die oben citirten Stellen entnommen.

Der Granat ist eines der bekanntesten Vesuvminerale, da er häufig ganze Blöcke allein zusammensetzt. Dieselben enthalten immer Eisspath. In den Sanidinblöcken ist der Granat ein ganz charakteristischer Gemengtheil, doch stellt er da nicht die gewöhnliche Varietät dar, sondern ist meist als Melanit in sammetschwarzen Krystallen eingewachsen.

Bei Zunahme des Granatgemengtheiles scheint das Gesetz zu herrschen, dass auch die Färbung desselben eine lichtere wird, wenigstens sind reine Melanitblöcke vom Vesuv wohl kaum bekannt, während solche von anderen, helleren Varietäten zu den gewöhnlichsten Erscheinungen zählen.

Die Farbe des gewöhnlichen Granats ist gelblich und bräunlich in verschiedenen Nuancen; daneben treten auch rothe und grünliche Farbentöne auf. Man bezeichnet die honig- bis pomeranzgelben Kalk-Thon-Granate als Hessonite, alle übrigen als gewöhnlichen Granat.

Immer enthalten die Granatblöcke neben Feldspath noch Augit, Hornblende und Vesuvian bald mehr, bald weniger eingesprengt.

In den Drusen der in Silicate umgewandelten Kalkblöcke kommen aufsitzende Krystalle gar nicht selten vor; sie bilden da gewöhnlich mit Augit ein inniges Gemenge und treten makroskopisch dann als braune Zone hervor, die bisweilen täuschend an die röthlichen Olivinzonen erinnert. Doch tritt der Granat nie im Innern der Kalkblöcke auf, stets ist er auf die Drusen beschränkt. Eigenthümlich ist, dass

[1]) Pogg. Ann. Bd. CXLVII, pag. 259 ff.

Digitized by Google

er in den Blöcken, wo der Kalk noch den eigentlichen Grund bildet, sich nur sehr selten findet und dann gewöhnlich mit Leucit vergesellschaftet ist, der so lose auf dem Untergrunde sitzt, dass er mit Leichtigkeit und ohne Verletzung sich von demselben abheben lässt. Auf dieser ausserordentlich leichten Ablösbarkeit beruht sicher die Erscheinung, die G. vom Rath anführt: „dass in manchen Kalkblöcken die Leucite frei in den Höhlungen liegen, so dass sie beim Schütteln wie Adlersteine klappern.“ [1])

Zwischen den drei Varietäten des Granats existiren durchaus nicht etwa scharfe Grenzen, sondern sie gehen vollkommen in einander über, sind auch nicht etwa durch verschiedene Art des Auftretens charakterisirt. Ja ein Granatkrystall enthält wohl verschiedene Varietäten in sich; so kommt es häufig vor, dass beim Hessonit der Kern von einem dunkelbraun durchscheinenden Melanitkrystall gebildet wird, um den sich der Hessonit dann mit seinen lichteren Zonen anlagert. Ebenso sieht man umgekehrt, wenn auch seltener, dass der Kern aus ganz lichter Granatsubstanz besteht und um diese lagern sich die dunklen Zonen des Melanits.

Der Melanit tritt fast stets in scharfkantigen Krystallen auf, doch sind die Flächen häufig corrodirt, der Hessonit und der gewöhnliche Granat zeigen in Aggregaten weniger gute Krystallformen, auch die in den Drusen isolirt sitzenden Individuen sind nicht selten von ganz verzerrter Gestalt. Der Melanit wird im Schliff bei genügender Dünne stets gut mit sepia- oder kaffeebrauner Farbe durchscheinend. Fast immer zeigt er, und gleich ihm auch die anderen Varietäten einen zonalen Aufbau, indem hellere und dunklere Lagen mit einander abwechseln; nur die ganz kleinen Melanitkryställchen stellen eine homogene einheitliche Masse dar. Die Umrisse der Melanitdurchschnitte sind, gemäss der rhombendodekaëdrischen Krystallgestalt Vierecke oder Sechsecke, die anderen Granaten zeigten diese Umgrenzungen zwar auch, aber meist nicht so deutlich.

Höchst eigenthümlich ist die schon von G. vom Rath beschriebene Erscheinung, dass der Melanit auf seinen Bruchflächen metallische Anlauffarben aufweist, die bisweilen täuschend an die Farben des Buntkupfererzes erinnern.

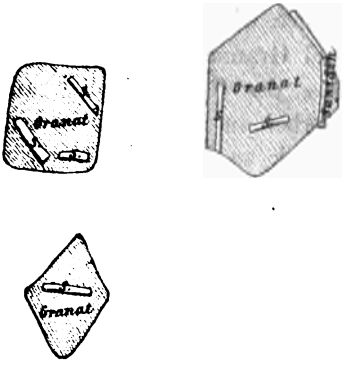
---

[1]) Ueber einige Leucitauswürflinge vom Vesuv. Pogg. Ann., Bd. CXLVII, pag. 264.

Digitized by Google

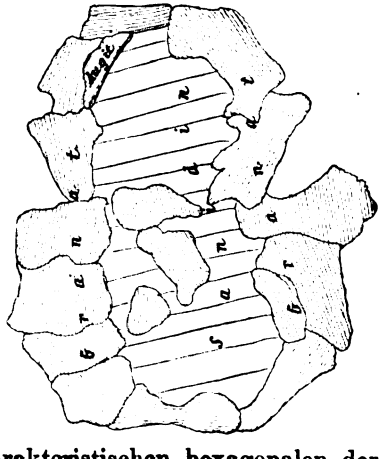
Ganz charakteristisch für den Granat ist sein ausserordentlicher Reichthum an fremden Einlagerungen. Es gibt wohl kein einziges Granatkorn, wenn wir die winzigen Melanitkryställchen ausnehmen, dessen Inneres nicht mehr oder weniger fremde Minerale beherbergte, u. zw. sind die häufigsten Gäste: Eisspath, Augit, Hornblende und Vesuvian.

Fig. 4.



Der Eisspath ist entweder in einzelnen Tafeln eingeschlossen, wobei es scheint, dass dieselben gesetzmässig zu der Krystallumgrenzung des Granates eingelagert sind, und zwar so, dass $\infty P\infty$ vom Sanidin parallel zu gehen scheint $\infty O\infty$ am Granat, gewöhnlich jedoch reicht ersterer in einzelnen Krystallen oder Einbuchtungen ganz unregelmässig in den Granat hinein, oder füllt endlich mehr oder weniger das Innere aus (Fig. 4). Diese Ausfüllung kann soweit gehen, dass die eigentliche Granatsubstanz nur die äusserste papierdünne Krystallschale, d. h. eine sogenannte Perimorphose darstellt, wie sie makroskopisch bisweilen beobachtet werden, z. B. in Krystallen aus Norwegen, nur dass das Ausfüllungsmaterial da nicht Sanidin, sondern Kalkspath ist.

Fig. 5.



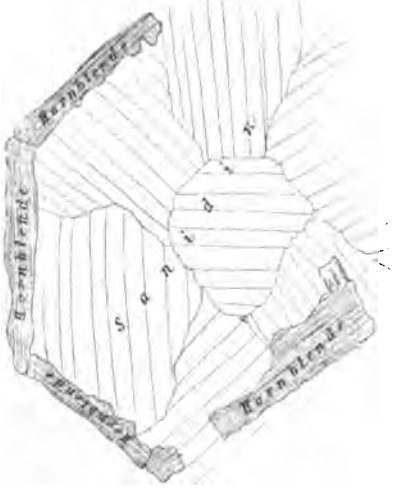
Eine sehr interessante Perimorphose fand ich in einem Eisspathblock (Fig. 5). Dieselbe bestand aus zwei mit einander verwachsenen Granathüllen, die in Folge ihrer gelblichen Färbung wohl zum Hessonit zu rechnen waren. Die Hüllen schienen sich scheinbar aus lauter länglichen Granatkörnern aufzubauen, doch hat dieser im Dünnschliff hervortretende scheinbare Körneraufbau seinen Grund wohl nur in einer starken Zerklüftung der Granatsubstanz. Die Umrisse waren die charakteristischen hexagonalen der Granatdurchschnitte. Das ganze Innere der beiden Granathüllen wurde

Digitized by Google

nun von einem, durch gleichzeitige Auslöschung als einheitlich charakterisirten Sanidinkrystall gebildet, nur an einer Stelle war ein Augitkorn mit eingeschlossen.

Ebenso innig, nur in etwas anderer Weise aggregiren sich Augit und Hornblende mit dem Granat. Dieselben bilden entweder vereinzelte Einlagerungen, oder treten so massenhaft auf, dass das Ganze wie ein kleinkörniges Gemenge von Augit, resp. Hornblende und Granat erscheint, und doch beweisen die regulären Grenzen, dass das Ganze einen Granatkrystall repräsentirt. Der Granat steht hierbei an Menge oft bedeutend hinter den anderen Bestandtheilen zurück, zu denen sich häufig auch noch Sanidin u. a. gesellen, aber die Dodekaedergestalt bleibt trotzdem bestehen. Ja, ein Dünnschliff zeigte vier Hornblendesäulen so angeordnet, dass sie (bis auf zwei) genau die Umgrenzungslinien der charakteristischen sechseckigen Durchschnitte des Granates darstellten, während im Innern keine Spur von Granat zu sehen war, sondern nur ein Aggregat von Sanidinkörnern, nur an der einen Hornblendesäule hing ein kleines Granatkorn (Fig. 6).

Fig. 6.



Es ist immerhin möglich, dass nur durch Zufall die Hornblendeleisten unter den Winkelverhältnissen der Granatdurchschnitte zusammenstossen, wahrscheinlich ist aber, dass wir es hier mit einem ausserordentlich granatarmen Granatkrystall zu thun haben, und dass der Schliff zufällig durch eine Stelle des Krystalls ging, die überhaupt keinen Granat enthielt.

Andere Einschlüsse als fremde krystallinische Substanzen finden sich im Granat nur selten, am häufigsten noch die schon vom Augit und Olivin her bekannten trüben Hohlräume, die auch hier die gleiche fetzenartige Begrenzung aufweisen; daneben treten noch selten und immer in grosser Kleinheit Einschlüsse mit ausgeschiedenen Kochsalzwürfeln auf. Glaseinschlüsse finden sich nirgends.

Digitized by Google

Eine Spaltbarkeit besitzt der Granat nicht, die Risse verlaufen ganz unregelmässig durch den Krystall.

Der hohe Lichtbrechungsexponent gibt sich in dem starken Relief und der runzlichen Oberfläche der Durchschnitte kund.

Fast alle vesuvischen Granate, mit alleiniger Ausnahme der Melanite, weisen ausgezeichnete Erscheinungen von Doppelbrechung auf, und ich kann der Angabe Klein's[1]) in seiner trefflichen Abhandlung über die optischen Anomalien am Granat, dass der gelbe Granat vom Vesuv vollständig isotrop sei, nicht ganz zustimmen, im Gegentheil, derselbe zeigte in allen vorliegenden Körnern nur ganz ausnahmsweise keine Doppelbrechung.

Dass der Melanit keine optischen Anomalien aufweist, beruht, wie schon Rosenbusch angibt, jedenfalls auf der dunklen Färbung dieses Minerals.

Durchgehends herrscht das Gesetz, dass die reinen, einschlussfreien Stellen die stärkste, die einschlussreichen dagegen oder ganz winzige Krystalle, die schwächste oder gar keine Doppelbrechung aufweisen.

Wenn wir die von Klein, Zirkel u. a. entwickelte Theorie acceptiren, dass die Doppelbrechung des Granates auf abnormen Spannungsverhältnissen beruhe, so lässt sich die erwähnte Thatsache auch leicht erklären: In den einschlussreichen Partien ist durch die vielfache Raumunterbrechung die Spannung aufgehoben oder doch wenigstens gemildert worden und die Moleküle haben sich normal lagern können, während bei den einschlussfreien Partien die einzelnen Anwachszonen noch den vollen Druck gegenseitig ausüben und so die Anomalien hervorrufen.

Wohl bei allen Granaten entsprechen die Erscheinungen der Doppelbrechung dem Klein'schen Rhombendodekaëder-Typus, wie es auch die Krystallform nicht anders erwarten lässt, nur sind dieselben in Folge der ganz beliebigen Durchschnitte im Dünnschliff sehr complicirte, und man sieht selten solche, die sich mit den bei Klein gegebenen Zeichnungen direct vergleichen lassen.

Immer überwiegt die mit der Zonarstructur verbundene Doppelbrechung, doch sieht man auch hin und wieder daneben noch deutlich eine Eintheilung der zwischenliegenden Granatmasse in polarisirende Felder.

[1]) N. Jahrb. f. Min. und Geol. 1883. I.

Digitized by Google

Von den Gliedern der Mejonitgruppe stand mir nur ein Vertreter nicht zu Gebote, nämlich der Mizzonit. An zwei Stellen schien es allerdings, als wenn Mizzonit vorläge; das eine Mal war es ein Krystalleinschluss in Sodalith, der die charakteristische Mizzonitgestalt zeigte, das andere Mal waren es einige corrodirte Kryställchen in einem Eisspathblock, die lebhaft an Mizzonit erinnerten, doch waren beide Vorkommnisse zu unsicher und vor Allem zu unbedeutend, um eine Beschreibung des Minerals darauf zu gründen.

Zahlreichere Exemplare standen mir vom Mejonit, sowie vom Melilith, Humboldtilith und Sarkolith zu Gebote.

Der Mejonit bietet im Ganzen wenig Interessantes dar, er tritt als aufsitzende Krystalle in den Drusen der typischen Kalkblöcke auf; in den silicatreichen Blöcken ist er bis jetzt noch nicht beobachtet, ebensowenig in selbstständigen Aggregaten.

Die Krystalle sind entweder vollkommen klar und ohne irgend welche Corrodirung der Gestalt, oder sie besitzen eine rauhe, trübe Oberfläche und dann sind auch sehr häufig die Kanten oder Flächen vertieft und andere Abnormitäten zu beobachten. Manche Krystalle zeigen *P* nur zur Hälfte entwickelt, so dass der Krystall gleichsam monoklinen Habitus gewinnt, indem er nur durch zwei Flächen, eine scheinbare Hemipyramide, begrenzt erscheint. Bisweilen besitzen die Krystalle eine weisse oder gelbliche Rinde, die beim Hinzufügen von Salzsäure unter Aufbrausen verschwindet, also kohlensaurer Kalk ist, der hier sicher als Zersetzungsproduct des Mejonits in Anspruch zu nehmen ist.

Die Krystalle sind immer fest mit ihrem augitischen Untergrund, der ja, wie bekannt, immer die Auskleidung der Drusen bildet, verwachsen. Im Dünnschliff zeigen die Mejonite vollkommen reine, wasserklare, nur von wenigen Spalten durchzogene Substanz und ausserordentlich lebhafte und lichtstarke Polarisationsfarben.

Charakteristische Interpositionen fehlen fast vollkommen, nur hin und wieder treten kleine Leucitkryställchen und Augitpartikel auf. Einige Krystalle zeigten zahlreiche Glaseinschlüsse; dieselben sind meist länglich und parallel der Hauptaxe angeordnet. Das Glas ist fast farblos und zeigt nicht selten eine Umgrenzung, welche die Krystallgestalt des Wirthes wiedergibt. Alle Einschlüsse enthalten Bläschen, bisweilen in ziemlicher Zahl und charakteristischer

Digitized by Google

Lage, indem sie gleichsam dem Einschluss nur anhängen; auch rundliche Entglasungsproducte treten auf.

Ausser den Glaseinschlüssen finden sich noch Hohlräume, nirgends aber Einschlüsse mit Chlornatriumausscheidungen.

Bei dem Mangel an charakteristischen Kennzeichen ist es somit nicht leicht, im Schliff den Mejonit nachzuweisen, und es gehört grosse Uebung dazu, um mit einiger Sicherheit behaupten zu können, dass ein vorliegender farbloser Durchschnitt dem Mejonit angehöre. Ein endgiltiges Resultat kann immer nur eine Untersuchung der zum Glück fast stets isolirten und gut ausgebildeten Krystalle geben, abgesehen natürlich von einer chemischen Analyse.

Der Melilith tritt in den Blöcken in zwei Varietäten auf, als Humboldtilith und als Melilith. Der Humboldtilith ist farblos bis graulich- oder grünlichweiss und tritt immer in verhältnismässig dünnen vierseitigen Tafeln auf. Dieselben besitzen stets einen trüben, grauen bis gelblichgrauen Ueberzug. Der Humboldtilith ist in Berücksichtigung seiner Krystallgestaltung und auch seiner sonstigen noch zu erwähnenden Eigenschaften wegen mit dem basaltischen Melilith zu identificiren. Er kommt vor in körnigem Gemenge mit Augit, Glimmer und Spinell, doch herrscht er in diesen Aggregaten gewöhnlich stark vor den anderen Bestandtheilen vor. Die aufgewachsenen Krystalle zeigen nicht selten eine Verwachsung scheinbar nach ∞P, wobei die Verwachsungslinie diagonal durch die quadratische Fläche von $0P$ verläuft. Das Ganze erinnert täuschend an einen Zwillingskrystall, doch ist ja im tetragonalen System eine Verzwillingung nach ∞P, ausser bei hemiëdrischer Ausbildung, nicht möglich.

Die Krystalle sind bis auf den grauen Ueberzug ziemlich regelrecht gebildet.

Im Dünnschliff zeigt der Humboldtilith, wo er zu compacten Massen sich aggregirt hat, keine geradlinige Begrenzung, nur wo die Krystalle in Höhlungen hineinragen, da treten die für die basaltischen Melilithe so charakteristischen leistenförmigen und quadratischen Durchschnitte auf. Die Körner zeigen meist gut die Spaltbarkeit nach $0P$ und auf diesen Spalten sitzen rechtwinklig die von Stelzner[1]) unter dem Namen „Pflockstructur“ vereinigten Gebilde.

[1]) Ueber Melilith und Melilithbasalte. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. II. Beil.-Bd., pag. 378 ff.

Digitized by Google

Sie besitzen ganz den Habitus, den Stelzner an den Melilithen der Basalte beschrieben hat und sind in Folge der geringen Zersetzung des Humboldtiliths, und weil sie bisweilen in ziemlichen Abständen von einander auf den Spaltenwänden sitzen und dabei beträchtliche Grösse erreichen, ausserordentlich gut zu beobachten. Sie erstrecken sich aber nicht nur von der Basis aus in den Krystall hinein, sondern sind, wie schon erwähnt, auf allen basischen Spaltflächen zu finden.

Stelzner lässt es unentschieden, wie diese Gebilde zu deuten sind, während Rosenbusch[1]) dieselben für „Glas, amorph erstarrte Theile des Gesteinsmagma's", erklärt, Zirkel[2]) sie dagegen für kalkreiche Zeolithe hält. Rosenbusch gründet seine Ansicht vor allen Dingen darauf, dass diese Gebilde die Doppelbrechung des Meliliths nicht irritiren, respective selbst nicht doppelbrechend sind: „Bei sehr dünnen Schliffen kann man hier gelegentlich die Isotropie der Pflöckchen direct beobachten; in dickeren Schliffen findet man stets, dass die Interferenzfarben des Wirthes gesunken sind, wo solche Pflöckchen ihn durchsetzen, d. h. der Melilith ist hier dünner."

Für den Humboldtilith vom Vesuv hat die Annahme, dass diese Pflöcke aus Glas beständen, sicherlich keine Berechtigung; in den Basalten könnte man sich ein Eindringen von Lava in die Spaltenräume und die von denselben ausstrahlenden Pflöcke schon denken, aber hier in den Blöcken, die keine Spur von Glas enthalten, wäre diese Annahme wohl kaum haltbar. Dass die Pflöcke feste Körper sind, ist auch meine Ansicht, aber sie sind nicht Gebilde, die der Humboldtilithsubstanz fremd sind, sondern sie bestehen aus demselben Material und repräsentiren weiter nichts, als den Beginn der Zersetzung der Humboldtilithmasse. Wie bei anderen Mineralen die Zersetzung durch eine Zerklüftung oder Faserung, oder zackenartig eindringende Spaltensysteme eingeleitet wird, so giebt sie sich hier durch die Absonderung der Masse nach diesen eigenthümlichen pflockartigen Gebilden kund.

Wie schon Stelzner erwähnt, und Rosenbusch bestätigt, üben die Pflöcke keinen Einfluss auf die Polarisation des basaltischen Meliliths aus, das ist aber kein Grund, sie deshalb für amorph zu halten. Der Melilith der Gesteine zeigt überhaupt so geringe Doppel-

[1]) Mikroskop. Physiogr. 2. Aufl., pag. 324.

[2]) Elem. d. Min. pag. 606.

Digitized by Google

brechung, dass es wohl erklärlich ist, dass in Schliffen, die derartig dünn sind, dass sie ein directes Beobachten der optischen Eigenschaften dieser winzigen Gebilde ermöglichen, Interferenzfarben kaum mehr wahrzunehmen sind; wenn ferner in dickeren Schliffen die Farben scheinbar gesunken sind, wo diese Gebilde auftreten, so erklärt sich das aus der bekannten Erscheinung, dass eine reine Substanz auch stets reinere Farben zeigen wird, als eine solche, die mit Rissen, Spalten und Einlagerungen erfüllt ist.

Es ist bekannt, dass der Melilith der Basalte, im Gegensatz zu den anderen Gemengtheilen, so gut wie keine eigentlichen Glaseinschlüsse besitzt, und es wäre in der That höchst eigenthümlich, wenn die Glasmasse in so zahlreichen Spitzen in den Krystall eindränge, ohne sich als Einschlüsse auch beim Aufbau desselben zu betheiligen. Die spatel-, ruder-, keulenförmig etc. gebildeten Pflöcke bilden im Humboldtilith die Ausnahme, die gewöhnlichste Gestalt ist eine spitzconische, mit dem Fuss auf der Spalte, respective der Basis aufsitzend. Dass diese Gebilde nicht Glas sein können, beweist ferner, dass zwischen der faserigen Absonderung des Humboldtiliths und den Partien, wo die Pflöcke isolirt auf den Spalten sitzen, ein Unterschied nicht zu bemerken ist, sondern dieselben durch alle möglichen Uebergänge mit einander verknüpft sind.

Dass der Humboldtilith, wie auch der basaltische Melilith zuletzt in zeolithische Substanzen übergehen kann, ist sicher, doch diese Pflöcke sind noch nicht chemisch verändert, wie die völlig mit der Humboldtilithmasse übereinstimmende optische Reaction derselben beweist, sondern repräsentiren, wie schon gesagt, die der eigentlichen Zeolithisirung vorausgehenden Zerklüftungserscheinungen.

An Einschlüssen enthält der vesuvische Humboldtilith besonders Augitkryställchen, sowie Spinell; ob vielleicht Forsterit mit eingeschlossen sei, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, doch ist es sehr wahrscheinlich, dass die bisweilen auftretenden farblosen, rundlichen, lebhaft polarisirenden Körnchen diesem Mineral zuzurechnen sind. Hohlräume treten nicht selten auf, Glas- oder Flüssigkeitseinschlüsse habe ich dagegen nicht gefunden.

Die Polarisationsfarben sind, wie beim Melilith der Eruptivgesteine, wenig lebhaft, meist ist es Blau in verschiedenen Tönen, bis zum prachtvollsten Berlinerblau, seltener gelblichweisse Nuancen. Zonarstructur giebt sich bei gekreuzten Nicols bisweilen sehr deutlich

Digitized by Google

durch abwechselnd gefärbte Streifen kund. Ausser der basischen Spaltbarkeit erkennt man bisweilen noch recht gut feine Risse, die parallel $\infty P\infty$ verlaufen.

Der vesuvische Melilith, der hellgelbe bis braungelbe Farbe besitzt und kurze dicke, glasglänzende quadratische Säulen bildet, ist mit dem Humboldtilith nach den chemischen und krystallographischen Untersuchungen von Des Cloizeaux und Damour identisch, aber doch existiren zwischen beiden Mineralen manche Unterschiede, die unwillkürlich zu einem Zweifel an der Identität beider Veranlassung geben müssen, von der constanten Verschiedenheit in dem krystallographischen Habitus sei hierbei noch abgesehen. Ein charakteristisches Unterscheidungsmerkmal von dem Humboldtilith bildet das Fehlen der Pflockstructur im Melilith; von derselben ist nirgends auch nur eine Spur zu entdecken. Ferner zeigt der vesuvische Melilith immer ausserordentlich lebhafte Polarisationsfarben, besonders grüne und rothe, die denen des Sanidins z. B. an Intensität wenig nachstehen, mit welchem letzteren er auch in seinen helleren Varietäten in Folge der immer gut ausgebildeten Spaltbarkeit leicht zu verwechseln ist.

Nie ist der Melilith mit Spinell vergesellschaft, dagegen ist ein charakteristischer Begleiter der Wollastonit, der in keinem, der mir vorliegenden melilithhaltigen Handstücke fehlte, hierzu kommt noch bisweilen Leucit, wohl auch Nephelin, ferner ein farbloses Mineral, dessen Beschreibung später folgen wird. Im Gegensatz zum Humboldtilith herrscht der Melilith in diesen Blöcken gewöhnlich nicht vor, sondern der Augit bildet die Hauptmasse.

An Einschlüssen ist der Melilith, wie der Humboldtilith, abgesehen von zahlreichen Augitkörnchen, arm. Ob Glaseinschlüsse vorhanden seien, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, doch schien es an einigen Stellen, als ob dies der Fall sei.

Der Sarkolith gleicht in seinem ganzen Verhalten ausserordentlich dem Melilith, nicht dem Humboldtilith. Die aufsitzenden Krystalle sind zwar in Folge ihrer krystallographischen Begrenzung und der charakteristischen Fleischfarbe leicht vom Melilith zu trennen aber im Dünnschliff ist eine genaue Angabe, ob das eine oder andere Mineral vorliegt, oft ausserordentlich schwer, wenn nicht ganz unmöglich. Der Sarkolith zeigt genau dieselben lebhaften Polarisationsfarben, wie der Melilith, besitzt keine charakteristischen, meist sogar

Digitized by Google

überhaupt keine Einschlüsse, und endlich aggregirt er sich mit genau denselben Mineralen, wie der Melilith, mit Augit, Wollastonit etc.

Einen Unterschied bildet noch die Spaltbarkeit, sie ist beim Sarkolith, so gut wie nicht vorhanden, während sie beim Melilith ziemlich ausgeprägt ist, doch ist diese grössere oder geringere Vollkommenheit der Spaltbarkeit natürlich ein Merkmal, das nicht als sehr charakteristisch hingestellt werden kann. Den einzigen wirklichen Unterschied zwischen beiden Mineralen bildet die optische Orientirung, indem der Melilith negative der Sarkolith dagegen positive Doppelbrechung besitzt; und nur wo im Dünnschliff das eine oder andere zu constatiren ist, kann man mit Sicherheit behaupten, ob Melilith oder Sarkolith vorliegt.

Der Leucit kommt in zwei Arten auf den Blöcken vor, abgesehen von seinem Auftreten als Gemengtheil alter ausgeworfener Bruchstücke von Leucitlaven.

Die eine Art ist weiss, glasglänzend, die andere grau, undurchsichtig mit mehr Fettglanz, auch zeigen die Körner scheinbar so abgeschmolzene Kanten, dass die Krystallform kaum zu erkennen ist. Beide Arten sind nicht etwa durch das Auftreten unterschieden, beide kommen in den Drusen der typischen Kalkblöcke vor, die erstere auch nicht selten mit Sanidin zusammen, die letztere dagegen nicht, doch finden sich beide nie in demselben Block nebeneinander vor.

Beide Varietäten bilden, im Gegensatz zu dem sonstigen Auftreten des Leucits, gewöhnlich körnige Partien, seltener findet man einzelne aufgewachsene Krystalle, die dann wohl auch immer dem ersten Typus zugehören.

Ein über faustgrosser Block bestand aus vorwaltendem weisslichen Leucit und nadelförmigem Wollastonit mit einzelnen eingestreuten Granat- und Augitkryställchen. Der Leucit hätte dem äusseren Ansehen nach zum ersten Typus gezählt werden müssen, doch gehörte er, seinem ganzen inneren, später noch zu beschreibenden Bau nach zum zweiten.

Eine charakteristische Eigenthümlichkeit der ersten Art ist, dass sie nie fest mit dem Untergrund verwachsen ist, sondern sich mit ziemlicher Leichtigkeit ablösen lässt, ja sogar, wie schon an früherer Stelle erwähnt, lose in den Höhlungen liegt. Dass aber Leucit im Kalk selbst als Einschluss liegt, wie es G. vom Rath beschreibt, ist wohl kaum anzunehmen; immer stehen derartige

Digitized by Google

Cavitäten mit der Aussenwelt in Verbindung, und ausserdem verweist die Glimmercontactzone, die G. vom Rath bei dem betreffenden Vorkommen erwähnt, darauf hin, dass eine Drusenbildung vorgelegen hat, die in nichts von der gewöhnlichen abweicht.

Dass die Zugänge zu derartigen Höhlungen oft ausserordentlich eng, canalartig sind, habe ich ebenfalls an einem Handstück beobachtet. Dasselbe war ein echter Kalkblock mit aufsitzenden Mejonitkrystallen, nur an einer Stelle sassen einige kleine, graue, runde Leucitkörner. Beim Abschlagen eines Stückes, behufs Anfertigung eines Dünnschliffs, sprang der Block zufällig entzwei, und da zeigte sich denn, dass das Centrum durch eine Druse gebildet wurde, die auch mit der zweiten grauen Varietät des Leucits ausgefüllt war. Nur ein ganz schmaler Canal führte an die Oberfläche und bildete den Vermittler zwischen den aufsitzenden und eingeschlossenen Leuciten.

Die weissen Leucite zeigen häufig Krusten eines faserigen Minerals, das nach G. vom Rath's [1]) Untersuchungen Davyn oder Cavolinit ist, auch Verwachsungen mit Sanidin wies derselbe Forscher nach. Bei der grauen Varietät fehlt diese Kruste, das Mineral bildet compacte Partien, die ausschliesslich aus Leucit bestehen, selten sind andere Minerale mit ihm vergesellschaftet.

Noch deutlicher tritt der Unterschied im Dünnschliff unter dem Mikroskop hervor. Die graue Varietät steckt ganz voll von grünen Glaseinschlüssen, die immer im Centrum angehäuft sind, ohne jedoch die für den Leucit charakteristische zonale Anordnung zu zeigen. Andere Einschlüsse sind selten; so enthielt der Leucit des oben beschriebenen wollastonithaltigen Blocks noch Augitnadeln und Wollastonitkryställchen umschlossen. Die Glaseinschlüsse verursachen ohne Zweifel die graugrüne Farbe und den fettartigen Glanz.

Die weissen Leucite zeigen zwar hin und wieder Gasporen, aber Einschlüsse von Glas habe ich, im Gegensatz zu den vorhergehenden, nirgends entdecken können. Dagegen sind ganz charakteristisch Einschlüsse eines nadelförmigen Minerals, dasselbe dürfte wohl mit dem makroskopisch zu erkennenden Davyn zu identificiren sein, oder auch das später beschriebene neue Mineral repräsentiren, da scharf begrenzte Querschnitte nicht zu beobachten sind, immer zeigen dieselben unregelmässig rundliche Umrandung. Die Nadeln durchstechen entweder isolirt die Leucitsubstanz nach allen Richtungen,

[1]) Pogg. Annal. Bd. CXLVII, pag. 265.

Digitized by Google

oder sie strahlen auch von einem gemeinsamen Centrum aus und bilden so gewissermassen Krystallgruppen im Leucit. Die Nadeln sind fast stets in graue trübe Masse umgewandelt und machen daher eine sichere Identificirung sehr schwer. Ausser diesen Nadeln birgt der weisse Leucit noch Melanitkörnchen, sowie Augitkryställchen.

Die beiden Leucitvarietäten ähneln sich in Bezug auf die sonstigen physikalischen Eigenschaften vollkommen. Die chromatische Polarisation erreicht bei den Leuciten der Auswürflinge bisweilen einen solchen Grad der Intensität, dass man Schnitte, die nur ein Lamellensystem aufweisen, bei oberflächlicher Betrachtung leicht für Plagioklas halten könnte.

Das Auftreten der glasreichen Leucite hat im Grunde genommen, abgesehen von der Art des Vorkommens an und für sich, nichts merkwürdiges, und sicher ist die Bildung eine ganz ähnliche gewesen, wie die der Leucite in Eruptivgesteinen; höchst sonderbar ist jedoch das andere Vorkommen und aller Wahrscheinlichkeit nach müssen bei der Entstehung desselben ganz andere Factoren thätig gewesen sein.

Dass dieses letztere Mineral sich, gleich allen übrigen Leuciten, aus einem feurigflüssigen Magma ausgeschieden habe, ist wohl nicht anzunehmen, denn dann würden sich, bei der grossen Neigung des Leucits, fremde Partikel zu umschliessen, Theile des Magmas, also Glaseinschlüsse, finden müssen, doch sind solche, wie schon erwähnt, nirgends zu entdecken. Es bleibt nur eins übrig: die Bildung durch Sublimation, da die Bildung auf nassem Wege hier wohl als ausgeschlossen gelten kann. Für diese Annahme, die zuerst Scacchi und G. vom Rath für die Leucite in den Vesuvauswürflingen vom Jahre 1872 vertreten haben, spricht vor allem auch die leichte Ablösbarkeit der Leucitkruste von ihrem Untergrunde. Die andere graue Varietät ist stets fest mit den Grund verwachsen und lässt sich nie ohne Weiteres von demselben abheben. Sie entstammt sicher den Leucitlaven der Somma und man kann sich die Entstehung dieser Leucite vielleicht so vorstellen, dass die Lava, die ja, wie schon mehrfach nachgewiesen, die Leucite schon als Krystalle in der flüssigen Masse suspendirt enthält, in die Spalten der Blöcke, welche letzteren natürlich als anstehendes Gestein gedacht werden müssen, eindrang und dort, indem sie sich mit dem Kalk verband und andere Substanzen bildete, den Leucit, der als fester Körper keine Verbindungen eingehen konnte, gleichsam als Residuum, als Bodensatz zurückliess.

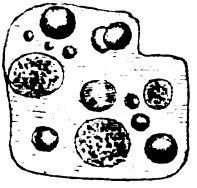
Digitized by Google

Der Nephelin ist eines der häufigeren Drusenminerale und zwar erweist er sich fast stets mit Eisspath vergesellschaftet, wobei er mit diesem körnige Aggregate bildet, seltener ist er frei auskrystallisirt. Vom Sanidin unterscheidet ihn seine geringe Spaltbarkeit und der auf den Bruchflächen auftretende Fettglanz, auch ist er nicht selten durch eingelagerte Augite, ähnlich wie der später zu erwähnende Sodalith, grünlich gefärbt. Im Dünnschliff zeigt der Nephelin klare, meist auch einschlussfreie Durchschnitte, die man leicht mit Sanidin verwechseln kann, doch unterscheiden sie von letzterem die schwachen, nie über bläulichweiss hinausgehenden Polarisationsfarben, sowie der Mangel einer deutlichen Spaltbarkeit. Zwar ist eine solche nach ∞P fast immer zu constatiren, aber nie erreicht sie die Deutlichkeit der Spaltrisse im Feldspath.

Glimmer und Augit erfüllen bisweilen die Nephelinmasse dermassen, dass der Nephelin nur als zarte Adern sich gleichsam zwischen dem scheinbaren Glimmer-, resp. Augitaggregate hindurchzieht.

Am interessantesten sind Einschlüsse von grünlichem Glas und solche von Salzsolutionen. Erstere finden sich fast in allen Nephelinen und erreichen oft bedeutende Dimensionen (bis 0·048 Millimeter). Diese grösseren Einschlüsse enthalten fast alle öltropfenähnliche, dunkler gefärbte, solide Kugeln und körnelige, scheibenartige Entglasungsproducte (Fig. 7). Die Körnchen der letzteren ordnen sich innerhalb des Glases bisweilen in Zonen an und zeigen immer Aggregatpolarisation. Die Zahl der in einem Einschluss auftretenden Luftbläschen ist bisweilen eine ausserordentlich grosse. Die Umgrenzung der Einschlüsse ist meist rundlich, nicht selten aber auch vier- oder sechseckig. Ganz ähnliche Umgrenzung zeigen auch die Einschlüsse mit Salzsolutionen; dieselben enthalten meist nicht sehr viel Würfel ausgeschieden, aber dafür erreichen diese oft beträchtliche Grösse. Bemerkenswerth ist es, dass Kochsalz- und Glaseinschlüsse in demselben Korn zusammen auftreten. Neben diesen Einschlüssen fehlen auch nicht Gasporen, sowie trübe, nicht näher zu erkennende Partikel, doch bieten dieselben kein Interesse weiter dar.

Fig. 7.



Ein wesentlich aus dunklem Augit bestehender, gelben Melilith führender Block enthielt in seiner zum Theile bröcklichen Masse jenes schon früher erwähnte, farblose Mineral.

Digitized by Google

Dasselbe bildet entweder dickere Säulen oder zarte Fäden, die wie Spinngewebe das Gestein erfüllen. Diese Nadeln zeigen sämmtlich einen grauen, trüben Ueberzug, der das eigentliche Mineral verdeckt, auch die stärkeren Säulen, die bis 1 Centimeter Höhe und 0·2 Centimeter Dicke erreichen, besitzen denselben, doch gewöhnlich sehr schwach.

Nirgends zeigen die Säulen krystallographische Begrenzung, sondern immer sind sie ganz unregelmässig mit Riefen und Furchen versehen und abgerundet.

Ein Schnitt senkrecht gegen die Längserstreckung der Säulen zeigt im convergenten polarisirten Lichte das Axenbild eines optisch-einaxigen Minerals; dass das schwarze Kreuz beim Drehen des Präparates sich um ein weniges öffnete, beruht wohl auf Unregelmässigkeiten in der Krystallbildung und nicht auf einer versteckten Zweiaxigkeit des Minerals. Die Doppelbrechung ist negativ.

Das Mineral besitzt eine deutliche basische Spaltbarkeit, ist ausserordentlich spröd und hat ein specifisches Gewicht von 2·602.

Im Dünnschliff zeigt das Mineral vollkommen wasserklare, rundliche oder ganz unregelmässig ausgebuchtete und gelappte Durchschnitte. Die Längsschnitte, die in Folge der langsäulenförmigen Gestalt des Minerals natürlich sehr selten, sind rechteckig, leistenförmig. Steckt das Mineral im Melilith, was sehr häufig der Fall ist, so hat es ganz den Anschein, als ob ein Loch in dem letzteren sei; das Mineral dürfte daher einen ziemlich niedrigen Brechungsexponenten besitzen, wofür auch die vollkommen glatte Schliffläche spricht, die sich nicht gegen den Balsam abhebt.

Wie schon makroskopisch, so zeigt sich auch mikroskopisch eine ausserordentliche Neigung zur Nadelbildung, wobei die basische Spaltbarkeit als Quergliederung auftritt, was bisweilen eine täuschende Aehnlichkeit mit Apatit herbeiführt, doch fehlen die charakteristischen hexagonalen Querschnitte. Vollkommen unmöglich dagegen wird eine Verwechslung mit Apatit bei gekreuzten Nicols. Die Nadeln zeigen dann ausserordentlich grelle bunte Polarisationsfarben, nur in Schnitten, die ziemlich parallel zu $0P$ verlaufen, treten bläuliche Farbentöne auf.

Die Nadeln besitzen gewöhnlich vollkommen homogene Masse, die stärkeren Prismen dagegen enthalten gerade schlauchartige Hohlräume eingeschlossen, die fast durch die ganze Länge des Krystalls

Digitized by Google

sich erstrecken, bei schwacher Vergrösserung wie Spalten erscheinen, und erst bei stärkeren Systemen ihre wahre Natur erkennen lassen. Dieselben haben nicht einer prismatischen Spaltbarkeit, sondern wohl eher der Tendenz des Minerals, nadelförmige Krystalle zu bilden, ihren Ursprung zu verdanken; doch tritt nebenbei bisweilen auch eine, wenn auch unvollkommene prismatische Spaltbarkeit auf. Auf Schnitten parallel $0P$ geben sich die Canäle als zahlreiche Löcher zu erkennen. Ausser diesen Gebilden finden sich noch trübe Fetzen eingeschlossen, sonst ist das Mineral so gut wie frei von allen Einschlüssen.

Da das Vorkommnis mit keinem der bekannten Minerale so recht übereinstimmen wollte, so wurde dasselbe einer chemischen Analyse unterworfen. Der graue Ueberzug, der aus kohlensaurem Kalk besteht, konnte leider nicht durch chemische Mittel entfernt werden, da sich das Mineral auch in dickeren Stücken in heisser Essigsäure vollkommen löste, doch wurde, was auf mechanischem Wege zu entfernen war, möglichst beseitigt, ausserdem gelangten nur Bruchstücke der dickeren Säulen zur Verwendung. Das Material konnte somit bei dem sonstigen Fehlen fremder Einschlüsse als vollkommen genügend rein betrachtet werden.

Die beiden ausgeführten Analysen ergaben folgendes Resultat:

	I. angewendete Substanz 0·4557 Gramm	II. 0·4309 Gramm	Durchschnitt
$Si\,O_2$	37·481	37·410	37·445
$Al_2\,O_3$	31·885	32·977	32·431
$(Fe_2\,O_3)$			
$Ca\,O$	2·150	2·205	2·179
$K_2\,O$	27·200	—	27·200
$Na_2\,O$	2·260	—	2·260
Cl	Spuren	—	—
SO_3	—	—	—
	100·976		101·515

Der Glühverlust betrug in beiden Fällen ca. 0·05 Procent, so dass er wohl unberücksichtigt bleiben kann.

Dividiren wir die einzelnen Posten durch die betreffenden Atomgewichte, so erhalten wir sehr annähernd folgendes Molecularverhältnis der Substanz:

$$Si\,O_2 : Al_2\,O_3 : K_2\,(Na_2\,Ca)\,O = 2 : 1 : 1$$

Digitized by Google

d. h. das Mineral würde der Formel entsprechen: $K_2 Al_2 Si_2 O_8$. Es ist dies eine Formel, die uns, was ihr allgemeines Bild betrifft, im Mineralreich mehrfach entgegentritt, nur dass das K_2 durch andere Metalle ersetzt ist, durch Na_2 oder Ca, im ersteren Falle resultirt Nephelin, im zweiten Anorthit; auch die Verbindung an und für sich tritt uns in der allgemein acceptirten Formel des Muscovits entgegen, nur dass in diesem ein Theil des Kaliums durch Wasserstoff ersetzt ist.

Das Mineral ist seiner Formel nach ein Kali-Nephelin. Leider konnte das Krystallsystem nicht endgiltig festgestellt werden, da exacte Untersuchungen bei der Unvollkommenheit der Krystallbildung nicht möglich waren. Es liegt aber die Vermuthung, die allerdings immerhin noch der Bestätigung bedarf, sehr nahe, dass das Mineral hexagonal sei, und zwar isomorph mit Nephelin. Von den zur Analyse verwandten Bruchstücken zeigten auch einige annähernd rundliche hexagonale Begrenzung, doch ist diese Thatsache doch wohl zu wenig schwerwiegend, um daraufhin die Frage des Krystallsystemes zu entscheiden.

Es bildet das Mineral somit wieder die Ausfüllung einer Lücke in der Nephelingruppe und es ist sehr wahrscheinlich, dass der Kaligehalt der Nephelinminerale auf einer isomorphen Zumischung dieses Minerals beruht.

Behufs nochmaliger Prüfung seiner chemischen Constitution und vor Allem behufs Feststellung seines Alkaliengehaltes übergab ich das Mineral Herrn Privatdocent Dr. Bischoff, und hatte derselbe die Güte, das vorhandene Material einer quantitativen Analyse zu unterwerfen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle nochmals meinen Dank ausspreche. Das Analysenresultat war folgendes:

angew. Substanz = 0·7026 Gramm

Glühverlust	1·08	Procent	
$Si O_2$	37·05	„	
$Al_2 O_3$	29·47	„	$R_2 O_3 = 32·20$
$Fe_2 O_3$	2·73	„	
$Ca O$	1·01	„	
$K_2 O$	17·96	„	
$Na_2 O$	2·55	„	
	91·85		

Digitized by Google

„Der 8·15 Procent betragende Verlust war beim Abdampfen der Chloride entstanden, da wegen der Anwesenheit von oxalsaurem Ammon nöthig war, wiederholt mit concentrirter Salzsäure abzurauchen, wobei ein Ueberschmelzen über den Rand eintrat.“

Die Procentzahlen für SiO_2, R_2O_3 und CaO (dasselbe kommt hierbei weniger in Betracht, da es wohl z. Th. als Verunreinigung anzusehen ist) zeigen eine vollkommen befriedigende Uebereinstimmung, so dass ihre procentale Betheiligung wohl als fest bestimmt angenommen werden kann. Da jedoch die Alkalienbestimmung, auf die es ja am meisten ankam, verunglückt war, so blieb nichts weiter übrig, als noch eine Analyse auszuführen. Das Material hierzu erhielt ich durch Behandeln der grob gepulverten Blockmasse mit Thoulet-scher Lösung, wodurch circa 3 Gramm vollkommen reine Substanz gewonnen wurden. Die Bestimmung von SiO_2, R_2O_3 und CaO unterliess ich, um rascher zum Ziele zu kommen. Die angewandte Substanz betrug 0·523 Gramm. Die Menge der Chloralkalien betrug 0·257 Gramm.

	KCl . .	0·235 Gramm	(als K_2PtCl_6 bestimmt)
	$NaCl$.	0·022 „	(als Verlust bestimmt)
Das ergibt:	K_2O	28·49 Procent	
	Na_2O	1·10 „	

Mag hierbei das Kali auch ein klein wenig zu hoch bestimmt sein, so beweist das Resultat doch, dass die zuerst ausgeführte Analyse mit ihrem hohen Kaligehalt richtig ist, und dass das Mineral in der That ein fast reiner Kalinephelin ist. Es würde dasselbe zugleich auch das kalireichste Mineral repräsentiren, denn selbst der Leucit, der bis jetzt unbestritten als solches gegolten hat, enthält nur 21·5 Procent K_2O, also circa 6 Procent weniger, als dies neue Mineral. Bezugnehmend auf diesen bedeutenden Kaligehalt erlaube ich mir für dasselbe den Namen Kaliophilit vorzuschlagen.

Da mir der Davyn, diese Abart des Nephelins, der Etiquette nach zwar vorlag, aber bei näherer Untersuchung sich in Folge seiner optischen Eigenschaften und seines hohen Chlorgehaltes als Mikrosommit erwies, so muss ich auf ein Eingehen auf dieses Mineral verzichten, indem ich nicht umhin kann, hinzuzufügen, dass wohl sehr viele als Davyn ausgegebene Krystalle dem Mikrosommit zuzurechnen sein mögen.

Digitized by Google

Das Bindeglied zwischen Nephelin und den Mineralen der Sodalithgruppe bildet der Mikrosommit. Zuerst von Scacchi in den Auswürflingen des Vesuv vom Jahre 1872 entdeckt, wurde er später auch von demselben Forscher und von Rauff in den Auswürflingen der Somma, und zwar in viel grösseren Dimensionen nachgewiesen.

Das Mineral liebt es besonders, mit Granat sich zu aggregiren und ist in den Granatblöcken gar kein seltener Gast. Von dem mit ihm zugleich vorkommenden Sanidin unterscheidet er sich, ausser durch die Krystallgestalt, die aber nur äusserst selten wahrzunehmen ist, durch seine ausgezeichnete, fast an Faserung grenzende prismatische Spaltbarkeit und den dadurch bedingten Seidenglanz seiner Flächen.

Ein Granatblock bestand fast nur aus einem Gemenge von Granat und Mikrosommit, welcher letztere gleichsam den Kitt der einzelnen Granatkörner bildete und sich in bis erbsengrossen Partien vorfand. Hier erlaubte die Menge des Minerals auch eine theilweise quantitative Analyse. Das Material wurde durch einfaches Auslesen der Mikrosommitpartikel aus dem Granat, von dem sie sich ausserordentlich leicht loslösen liessen, gewonnen und auf seine Reinheit noch unter dem Mikroskop geprüft. Die angewandte Substanz betrug 1·6202 Gramm. Die Analyse ergab:

SiO_2	34·298	Procent
Al_2O_3 (+ etwas Fe_2O_3)	28·589	„
CaO	9·696	„
Cl	0·840	„
SO_3	2·018	„
Glühverlust	4·220	„
	79·661	Procent
restiren	20·339	Procent

Die restirenden Procente kommen auf die Alkalien, doch verunglückte deren Bestimmung und war eine zweite wegen Mangels an Material nicht möglich, nur das Verhältnis, in welchem $K_2O : Na_2O$ stand, konnte ermittelt werden. Dasselbe betrug:

$$K_2O : Na_2O = 3·65 : 11·10.$$

Theilen wir nun die Zahl 20·339 in diesem Verhältnis, so erhalten wir folgende Procentzahlen:

K_2O	5·03	Procent
Na_2O	15·31	„

Digitized by Google

Wenn die Analyse auch nicht Anspruch auf besondere Genauigkeit machen kann, so beweist sie doch wenigstens, dass das vorliegende Mineral wirklich Mikrosommit und nicht etwa Davyn ist. Auffallend ist der ausserordentlich geringe Gehalt an *Cl*, und wie es nach Scacchi Vorkommnisse gibt, die keine Schwefelsäure enthalten, so scheint es auf der anderen Seite auch solche zu geben, die wohl Schwefelsäure, aber kein Chlor enthalten.

Ein in einem Glimmerblock sitzender Mikrosommit ergab dagegen eine starke Chlorreaction und nur ganz geringe Spuren von Schwefelsäure, dass er aber wirklich Mikrosommit war, zeigte, abgesehen von dem Chlorgehalte, der ganze Habitus, der in nichts von dem des Mikrosommits abwich. Es kommen demnach in den Sommablöcken die fast schwefelsäurefreien Varietäten neben den fast chlorfreien zu gleicher Zeit vor.

Da noch ein anderer in einem Glimmerblock vorhandener Mikrosommit bei starkem Chlorgehalte nur Spuren von Schwefelsäure aufwies, so scheint es, als wenn das Verhältnis bestünde, dass die mit Granat aggregirten Mikrosommite die chlorarmen und schwefelsäurereichen, die in Glimmerblöcken sitzenden dagegen die schwefelsäurearmen und chlorreichen Varietäten repräsentiren.

Im Dünnschliff ist der Mikrosommit nicht so gut charakterisirt, und ziemlich leicht mit Sanidin zu verwechseln, doch unterscheidet ihn die Spaltbarkeit. Dieselbe ist ausserordentlich gut entwickelt und die Spalten erscheinen im Gesichtsfelde wie haarscharfe Linien, während sie beim Sanidin gröber sind und nicht so vollkommen tadellos gerade verlaufen. Das sicherste Unterscheidungsmerkmal bleibt jedoch die gerade Auslöschung des Mikrosommits.

An Einschlüssen ist der Mikrosommit arm, am häufigsten finden sich Eisenglanzlamellen, die auf den Spalten secundär abgelagert zu sein scheinen, auch Granat, Augit, Glimmer und Wollastonit treten vereinzelt auf.

Neben der Spaltbarkeit zeigen sich zahlreiche nach *c* gestreckte längere oder kürzere haarfeine Canäle, die wie Striche die Substanz durchziehen.

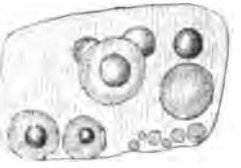
In dem Mikrosommit eines Glimmerblockes fanden sich mit Entglasungsproducten erfüllte Glaseinschlüsse, deren Durchmesser 0·1 Millimeter erreichte. Auffallend war bei diesen Glaseinschlüssen,

Digitized by Google

dass die in denselben auftretenden öltropfenartigen Gebilde zum Theile, wie der eigentliche Glaskörper, Bläschen enthielten (Fig. 8).

Es ist dies das einzige Vorkommen von Glaseinschlüssen; Einschlüsse mit Bläschen kommen zwar nicht selten vor, doch sind dieselben jedenfalls mit Flüssigkeiten erfüllte Cavitäten, auch erreichen dieselben nie so beträchtliche Dimensionen, sondern sind immer äusserst winzig.

Fig. 8.



Recht eigenthümlich gegenüber dem Nephelin ist das optische Verhalten des Mikrosommits. Derselbe zeigt nämlich immer äusserst lebhafte Sanidin-, selbst muscovitähnliche Polarisationsfarben, und nicht, wie Bertrand angibt, schwache nephelinähnliche Doppelbrechung. Möglich, dass sich die haarfeinen Krystallnadeln in den recenten vesuvischen Auswürflingen anders verhalten mögen, für den Mikrosommit der Sommaauswürflinge hat dies sicher keine Giltigkeit.

Die Sodalithgruppe ist in den Sommablöcken durch die beiden Minerale Sodalith und Hauyn vertreten; Nosean, der z. B. in den Auswürflingen des Laacher Sees reichlich vorkommt, ist in denen der Somma bis jetzt nicht beobachtet, und auch mir war es nicht möglich ihn nachzuweisen.

Was zunächst das Vorkommen beider anbetrifft, so gehören sie zu den Mineralen, die die Ausfüllung der Drusen bilden.

Charakteristisch für den Sodalith ist es, dass er fast stets mit Sanidin vorkommt. In diesen Blöcken tritt der Sodalith gleichsam als körniger Gemengtheil der Masse auf, ohne krystallographisch ausgeprägte Umgrenzung, selten in aufgewachsenen Krystallen; in schönen isolirten Krystallen dagegen findet er sich in den Blöcken, die ein Gewirr von Augit, Hornblende und Glimmer darstellen. Endlich tritt der Sodalith noch in den typischen Kalkblöcken auf und sitzt da stets mit Mejonit, Augit, Leucit etc. in einzelnen Krystallen in den Drusen.

Der Hauyn findet sich, im Gegensatze zum Sodalith, nicht in echten Eisspathblöcken, sondern entweder zusammen mit Augit, Glimmer, Spinell und Olivin, oder als aufsitzende Krystalle in den Drusenräumen der Kalkblöcke; bisweilen sind in ersterem Falle die Gemengtheile in Zonen angeordnet, ganz ähnlich, wie es G. vom Rath an Blöcken aus dem Peperin beschreibt.

Digitized by Google

Ganz bezeichnend für den Hauyn ist ferner sein Auftreten in umgewandelten alten Laven, er bildet da zuweilen bis $^2/_3$ der ganzen Masse. So betheiligte sich an der Zusammensetzung eines hauynführenden Blockes, ausser Augit und Glimmer, noch Nephelin, Sanidin, Apatit, Magnetkies und aus der Zersetzung des letzteren hervorgegangenes Eisenoxyd. Dies Gemenge sass in einzelnen Partien an einem Leucitophyrblock, der durch Fumaroleneinwirkung gebleicht und bröcklich geworden war, ausserdem untrügliche Spuren an sich trug, dass er kurz vor oder bei seinem Auswurf der Glühhitze ausgesetzt war, da die Oberfläche an einigen Stellen mit einer firnisartigen, äusserst feinen Glashaut überzogen war. Auf dieses, von den anderen etwas abweichende Vorkommen, sei es mir gestattet später noch einmal speciell zurückzukommen.

Der Sodalith bildet da, wo er in Krystallen auftritt, also besonders in den Augit-Glimmer-Hornblende-Aggregaten, wasserklare Rhombendodekaëder, ohne anderweitige Nebenformen, mit scharfen Contouren, ohne irgend welche Unregelmässigkeiten. Auch im Innern zeigen dieselben fast ideal reine, einschlussfreie Substanz.

Nicht so regelmässig sind die bisweilen in Sanidinblöcken sitzenden Krystalle; sie lassen zwar die Krystallform noch deutlich erkennen, aber die Kanten sind nicht scharf, sondern abgerundet, wie abgeschmolzen, ähnlich dem Kalkspath, der nur in kugligen Gebilden auftritt, und so zeigte auch eines der mir vorliegenden Handstücke die Etiquette „Sodalith", während die betreffenden Körner nur Kalkspath in der für ihn typischen Ausbildung waren.

Doch nicht die Kanten allein sind abnorm, auch die Flächen besitzen Vertiefungen, die oft abgerundet treppenförmig sich einsenken. Die Farbe ist nicht so wasserklar, sondern durch Einschlüsse erhält sie eine milchige Trübung; auch durch eingelagerte Augite grünlich gefärbte Sodalithe kommen vor.

Im Dünnschliff unter dem Mikroskop betrachtet, bildet der Sodalith gleichsam das Ausfüllungsmaterial zwischen den das Gerippe darstellenden Sanidinleisten, äusserst selten zeigt er eine Spur krystalliner Umgrenzung, so dass man ihn vielleicht mit Glas oder porodin-amorpher Masse verwechseln könnte, spräche dagegen nicht die allzu wasserhelle Substanz, die bisweilen deutlich zu erkennenden dodekaëdrischen Spaltungsrichtungen und vor Allem die reguläre Form der Glas- und anderen Einschlüsse, die entweder quadratische

Digitized by Google

oder hexagonale Umgrenzung aufweisen, wofür sich bei einer amorphen Masse wohl kaum eine Erklärung finden liesse.

Dodekaëdrische Spaltbarkeit ist, wie erwähnt, bisweilen gut wahrzunehmen, gewöhnlich jedoch zeigen die Sodalithe rissige, bröckliche Beschaffenheit. Auf den Wänden dieser meist feinen Sprünge finden sich zarte quadratische, farblose, anscheinend isotrope Blättchen, die im gewöhnlichen Lichte kaum wahrnehmbar, und die nur das ausgezeichnete Instrument, das mir zu Gebote stand, zu sehen gestattete. Sie sind bisweilen treppenförmig aneinandergereiht, oder an den Ecken rechtwinkelig eingebuchtet und erreichen eine Grösse bis 0·009 Millimeter. Sie sind jedenfalls nicht fremde Gebilde, sondern zarte Erhöhungen auf den Wandungen des Sodaliths und wohl nur Wachsthumserscheinungen, oder auch vielleicht den Aetzfiguren analoge Bildungen. Wenn in den Spalten ein fremdes Mineral abgeschieden ist, so treten sie bei gekreuzten Nicols als schwarze Quadrate aus der polarisirenden Masse desselben hervor.

An Einschlüssen sind viele Sodalithe reich, wenngleich nie in dem Grade, wie die Glieder der Sodalithgruppe in den vulkanischen Gesteinen. Alle vesuvischen Sodalithe führen Einschlüsse mit Kochsalzwürfeln, die bisweilen in grosser Zahl den Raum erfüllen. Neben den Chlornatriumeinschlüssen finden sich noch Gasporen, und, wenn auch nicht in allen Blöcken, prachtvolle Glaseinschlüsse. Die letzteren besitzen ziemliche Grösse, hellgrüne Farbe und enthalten gewöhnlich 3, 4 und noch mehr Bläschen. Anfänge von Entglasung machen sich hie und da bemerkbar, auch zeigen sich in dem Glase bisweilen jene rundlichen, öltropfenartigen Gebilde. Mit den Glaseinschlüssen zu gleicher Zeit treten auch die Kochsalzeinschlüsse auf, ja an einer Stelle findet sich ganz unverkennbar ein Einschluss mit Würfeln in einem Glaseinschluss; die Kanten der Würfel machen hierbei den Eindruck, als wären sie abgeschmolzen (Fig. 9).

Fig. 9.

Die Hohlräume, seltener die Kochsalz- oder Glaseinschlüsse geben häufig äusserst scharf die negative Krystallform des Sodaliths wieder und zeigen nicht selten, besonders in kleinen Körnern, centrale Anhäufung.

Wie bei den Noseanen und Hauynen der krystallinen Gesteine, so finden sich auch bei dem vesuvischen Sodalith mit schwarzem Staub erfüllte Stellen, nur tritt diese Erscheinung nicht so häufig auf, auch lässt sich der Staub bei stärkerer Ver-

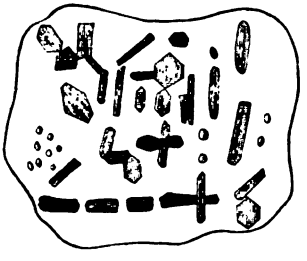
Digitized by Google

grösserung zum Theil in seine Bestandtheile zerlegen; doch gibt es auch solchen, der selbst der stärksten Vergrösserung spottet. Die schwarzen Partikel sind immer central angehäuft und zerfallen in zwei Typen:

1. rundliche, bis scharf hexagonal umgrenzte Tafeln;

2. stabförmige Gebilde mit abgerundeten oder zugespitzten Enden (Fig. 10). Beide Variationen repräsentiren jedenfalls ein und dasselbe Mineral und die stabförmigen Gebilde sind nur nach einer Richtung verlängerte Hexagone, denn zwischen beiden finden auch Uebergänge statt. Die schwarzen Stäbe sind nun so angeordnet, dass ihre Richtungen 4 unter 45° sich kreuzende Linien repräsentiren.

Fig. 10.



Ein Theil der hexagonalen Blättchen spiegelt bei einer gewissen Stellung zu gleicher Zeit ein, d. h. die Blättchen sind parallel gelagert und es steht ihre Richtung sicher in engem Zusammenhange mit der krystallographischen Begrenzung des Sodaliths; doch war etwas näheres nicht zu ermitteln, dazu würden orientirte Schliffe erforderlich sein. Der Reflex, den die Kryställchen gaben, war stark metallisch, was mit Berücksichtigung der Form vielleicht auf Titaneisen schliessen lässt. Die Breite der Lamellen beträgt bis 0·010 Millimeter, die Länge der Leisten bis 0·014 Millimeter. Diese Einschlüsse finden sich nur im Sodalith, nicht in den anderen Gemengtheilen des Blockes. Neben den bis jetzt erwähnten Einschlüssen finden sich vor allen Dingen noch Augitkryställchen, dann auf Spalten abgeschieden Calcit, ferner Glimmer, Apatit in langen quergegliederten Nadeln, Nephelin etc.

Bei gekreuzten Nicols gibt der Sodalith gewöhnlich ein vollkommen dunkles Feld, doch zeigen sich ab und zu Anomalien; dieselben weisen dadurch, dass sie ebenfalls in concentrischen polyedrisch gestalteten Zonen auftreten, grosse Analogie mit den Erscheinungen der Doppelbrechung am Granat auf, wenngleich sie nie die Lebhaftigkeit derselben erreichen. Auch hier scheint es, wie es Klein am Granat nachgewiesen hat, dass die Anomalien im engsten Zusammenhange mit der krystallographischen Umgrenzung stehen.

Digitized by Google

Der blaue Hauyn ähnelt in seinem ganzen Habitus ausserordentlich dem Sodalith. Seine Krystalle zeigen in noch viel höherem Grade die scheinbare Anschmelzung, auch nicht ein einziger von allen mir vorliegenden Hauynen zeigte scharfkantige Formen, immer sind es abgerundete Körner, die bisweilen kaum noch das ihnen zu Grunde liegende Rhombendodekaëder erkennen lassen. Die Flächen sind, wie beim Sodalith, bisweilen vertieft. Die Farbe ist himmelblau, oft sehr ausgeblasst und da die Krystalle häufig sehr klein sind, so macht es bisweilen ganz den Eindruck, als ob eine blaue Emaille die Drusenwand überziehe.

Auch als Einschluss in anderen Mineralen tritt der Hauyn auf und hat dann, da er stets rundlich contourirt ist, ganz das Aussehen eines blauen Glastropfens. So fand ich ihn auch in einem Wollastonitblock, wie sie ab und zu als Einschluss in der Lava des Capo di Bove stecken. Er liegt da in den grösseren Wollastonitkrystallen und zeigt bisweilen Andeutungen von den bekannten schwarzen Strichsystemen. Es ist dies zwar kein vesuvisches Vorkommen, aber diesem doch ausserordentlich ähnlich, auch wohl in Bezug der Entstehung.

Im Dünnschliff werden die Hauyne ganz lichtblau, bis fast vollkommen farblos, und zwar ist die Farbe gleichmässig vertheilt und nicht, wie so oft bei den Hauynen der Eruptivgesteine in Flecken und Streifen angeordnet oder auf's Innere beschränkt; nur in einem Falle schien die Intensität der Farbe nach dem Rande zu etwas zuzunehmen.

An Einschlüssen ist der Hauyn arm, am meisten umhüllt er noch Augitkryställchen, und zwar bisweilen in solcher Zahl, dass der Hauyn nur noch gleichsam den Kitt derselben bildet.

Ein ziemlich constanter Begleiter des Hauyns ist der Magnetkies, der jedoch stets schon zum Theil der Zersetzung anheim gefallen ist. Glas-, sowie Kochsalzeinschlüsse habe ich nicht gefunden, dagegen fehlen selten Gasporen. Ein Hauyn zeigte in seiner Masse schwarze, haarförmige, in einander verschlungene Gebilde, die in ganz regellosem Gewirr die Masse erfüllten; bei starker Vergrösserung lösten sich die Haare in aneinandergereihte, länglich-runde winzige Gasporen auf. Eine dodekaëdrische Spaltbarkeit ist nur selten wahrzunehmen, die Sprünge verlaufen ganz unregelmässig. Optische Anomalien habe ich nirgends beobachtet.

Digitized by Google

Die vesuvischen Hauyne bieten demnach nicht viel Interessantes und lassen sich nicht im Entferntesten ihren Verwandten in den plutonischen Gesteinen an die Seite stellen und doch erregte ein Vorkommnis mein ganz besonderes Interesse; es war dasjenige des schon oben beschriebenen Leucitophyrblockes mit dem zerfressenen, corrodirten Ansehen.

Derselbe ist an den Stellen, wo der Hauyn auftritt, metamorphosirt: aus dem Gestein ist der Leucit verschwunden, ebenso Olivin und Magneteisen, die als typische Gemengtheile den intacten Theil des Blockes mit zusammensetzen und dafür ein Gemenge entstanden von Augit, Nephelin, Hauyn, Magnetkies und einem farblosen sanidinähnlichen Mineral. Der Hauyn ist schön himmelblau, im Dünnschliff jedoch an und für sich vollkommen farblos und nur fleckenweise blau gefärbt.

Dass die blauen Krystalle wirklich Hauyn und nicht etwa Sodalith sind, ergab die Analyse einiger Körner, die wegen Mangels an Material nur qualitativ ausgeführt werden konnte. Das Mineral enthielt: SiO_2, Cl (Spuren), Al_2O_3, CaO, Na_2O, K_2O (nicht oder nur spurenhaft), H_2SO_4 (ziemlich viel), also alle Bestandtheile typischer Hauyne. Das die Hauynsubstanz an und für sich farblos ist, kann uns nicht Wunder nehmen, da in den Gesteinen ebenfalls neben blauen auch unzweifelhaft farblose Hauyne vorkommen; ausserdem hat G. vom Rath in den Blöcken, die im Peperin der Albaner Berge sitzen und den vesuvischen ausserordentlich ähneln, ebenfalls farblosen Hauyn gefunden.

In dem Hauyn sitzen zahlreiche Augitkrystalle und weniger häufig, aber immerhin nicht selten, Magnetkieskörner. Diese letzteren zeigen sämmtlich einen rothbraun durchscheinenden Rand, sind also zum Theil in Eisenoxyd umgewandelt, bisweilen ist auch die ganze Magnetkiessubstanz verschwunden und nur das zurückgebliebene Eisenoxyd liefert den Beweis seiner früheren Existenz. Um diese zersetzten Körner von Schwefeleisen concentrirt sich nun stets die blaue Färbung, und zwar ist sie dicht um das Korn am intensivsten und schwächt sich nach Aussen hin allmälig ab, bis zur vollkommenen Farblosigkeit der übrigen Hauynsubstanz. Stecken die Magnetkieskörner in anderen Mineralen, so haben sie zwar die gleiche Zersetzung erlitten, aber nie zeigt sich auch nur die Spur einer Blaufärbung, dieselbe beschränkt sich eben nur auf den Hauyn. Es ist

Digitized by Google

nun ganz unzweifelhaft, dass mit der Zersetzung des Magnetkieses die Blaufärbung des Hauyns im engsten Zusammenhange steht, und ebenso dürfte wohl auch nicht bezweifelt werden, dass nicht das Eisenoxyd die Färbung bewirkt, sondern der aus dem Magnetkies hervorgegangene Schwefel, sei es nun als solcher selbst oder in Gestalt von schwefliger Säure oder irgend einer anderen Sauerstoffverbindung.

Dass der Schwefel beim Glühen mit den Mineralen der Sodalithgruppe eine Blaufärbung derselben bewirkt, ist eine schon lange bekannte Thatsache, die durch die Versuche A. Knop's und Dressel's dargethan ist. Man sieht nun im vorliegenden Falle, dass der Schwefel auch in der Natur, wie man es schon vielseitig vermuthet hat, dasjenige Mittel ist, das die Blaufärbung hervorrufen kann.

Und warum sollte diese Entstehung der blauen Farbe nicht auch auf den Lasurstein, vielleicht auch in gewissen Fällen auf die Hauyne der Eruptivgesteine Anwendung finden können? Wäre es nicht möglich, dass die blaue Farbe da auf ganz ähnliche Weise, nur unter anderen Verhältnissen vielleicht entstünde?

Die Ansicht, dass die blaue Farbe durch die optische Wirkung schwarzer und weisser Mischungsbestandtheile bedingt werde, wie sie Stein aufgestellt hatte, indem er annahm, dass die Färbung der Hauyne durch fein vertheiltes schwarzes Schwefelaluminium erfolge, ist wohl als aufgegeben zu betrachten; wie sollte man sich auch im vorliegenden Falle eine solche Imprägnirung mit isolirten festen Partikeln von dem Magnetkieskorn aus denken?

Es bleibt nur noch übrig: die Annahme eines färbenden Pigmentes, oder die Annahme, dass die Blaufärbung auf einer gewissermassen „optischen Umgruppirung“ [1]) der Moleküle des Hauyns beruhe. Dass letzteres nicht der Fall sein kann, beweist wohl, dass die blaue Farbe beim Glühen des erwähnten Dünnschliffs an der Luft schon bei nicht zu starker Gluth verschwand, während sie beim Glühen unter Luftabschluss sich unverändert erhielt, obgleich die Hitzegrade viel bedeutendere waren. Zugleich beweist dieser Versuch, dass das anzunehmende Pigment kein flüchtiger Körper, z. B. nicht etwa eine, in die Hauynsubstanz eindringende selbstständige Schwefelverbindung sein kann, denn dann wäre nicht einzusehen, warum sie sich im Glasrohr bei stärkerer Hitze nicht ebenfalls verflüchtige. Es bleibt

[1]) Vogelsang, Ueber natürliche Ultramarinverbindungen, pag. 37.

Digitized by Google

nur das eine übrig, die Annahme einer oxydirbaren Schwefelverbindung, die mit der Hauynsubstanz in enge chemische Verbindung tritt.

Schweflige Säure kann wohl die Ursache zu der Blaufärbung nicht sein, denn dann wäre es unbegreiflich, warum beim Glühen des Dünnschliffs unter Luftzutritt, wo doch alle Bedingungen zur Bildung von schwefliger Säure aus dem noch vorhandenen Magnetkies gegeben sind, eine Entfärbung erfolgt; man müsste dann ja eine Zunahme der Intensität der Farbe erwarten. Es kann also nur der Schwefel, oder eine höher geschwefelte Säure, in Verbindung mit der Hauynsubstanz oder deren Elementartheilen als die Farbe hervorrufendes Agens betrachtet werden. In dem erwähnten Block ist nun allem Anschein nach der Schwefel des Magnetkieses durch Glühhitze ausgetrieben und wirkte auf die ihn dicht umgebende Hauynsubstanz ein, während das Eisen sich zu Eisenoxyd umbildete.

Der farblose Hauyn ist hier sicher nicht etwa ein Contactproduct der glühenden Lava, denn man findet in keinem der secundär gebildeten Gemengtheile des veränderten Leucitophyrs Glaseinschlüsse, die doch sonst in fast allen Mineralen stecken, welche ihre Entstehung solchen Einflüssen verdanken. Es ist anzunehmen, dass der Leucitophyr durch Fumarolenthätigkeit umgewandelt wurde: durch Einwirkung von Wasserdampf, schwefliger Säure, Salzsäure, Schwefelwasserstoff etc., welche Gase ja sämmtlich am Vesuv nachgewiesen worden sind. Auf diese Weise, bei geringen Hitzegraden, konnte die Hauynsubstanz farblos neben dem sich bildenden Magnetkies auskrystallisiren, und erst, als bei dem späteren Auswurf der Block der Glühhitze der flüssigen Lava ausgesetzt wurde, da bildete sich an den Contactstellen mit dem Magnetkies die blaue Farbe im Hauyn.

Ganz ähnliche Processe, wie die eben beschriebenen, mögen sich auch bei der Bildung mancher Lasursteine abgespielt haben. Schon von Alters her ist der Schwefelkies als charakteristischer Gemengtheil des Lasursteins bekannt, ferner deutet der ebenfalls damit auftretende Kalkspath und das „skapolithartige“ Mineral auf secundäre plutonische Bildung aus dem Kalkstein. Nordenskjöld gibt z. B. an: „dass die eigenthümlich hochblaue Farbe des Lasursteins vom Baikalsee selten natürlich, sondern gewöhnlich entweder durch Einfluss eines Vulcans oder, was noch wahrscheinlicher, durch künstliche Erhitzung erzeugt worden ist.“

Digitized by Google

Es existiren nun Versuche, dass der Hauyn, respective der von Vogelsang mit ihm identificirte Nosean, durch blosses Glühen eine hochblaue Färbung annehmen. So würde ein Stück Lasurstein vor dem Löthrohr hochblau, gleichviel, wie es vorher gefärbt war. Doch ist damit sicher, falls wirklich die Erhitzung unter genügender Luftzufuhr erfolgte, nichts Gegentheiliges erwiesen, denn erstens waren es dickere Stücke, die man erhitzte, in die natürlich die Luft nur sehr langsam oxydirend eindringen konnte, und dann gibt Nordenskjöld selbst an, dass die blaue Farbe gefärbter Stücke sich beim Erhitzen an einigen Stellen concentrirte. Sollte es nicht vielmehr umgekehrt sein, sollte nicht die blaue Farbe nach ihrem Ausgangspunkt durch Oxydation zurückgedrängt sein? Bei längerem Erhitzen würden sicher auch diese letzten blauen Stellen verschwunden sein.

Dass die Blaufärbung nicht in allen Hauynen durch Erhitzung hervorzurufen ist, ist eine bekannte Thatsache, und weist wiederum darauf hin, dass eine fremde Beimengung in der Hitze die blaue Färbung durch ihre Einwirkung bedingt. Die Ansicht Vogelsang's: „dass derartige Noseane ihrem Molecularzustand gemäss zu der Färbung nicht geeignet seien, oder nicht in der richtigen Weise erhitzt wurden", ist doch wohl nur ein Nothbehelf in Ermanglung einer besseren Erklärung.

In fast allen Noseanen und Hauynen der Eruptivgesteine existirt ein schwarzer Staub, der ganz charakterisch, aber bis jetzt noch nicht auf seine wirklichen Bestandtheile hin genügend untersucht ist. Sollte derselbe nicht vielleicht zum Theil aus Schwefelmetallen bestehen, die beim Glühen dann die blaue Farbe hervorrufen? Vogelsang gibt selbst an, dass in dem grobkörnigen Leucitgestein von Rieden die im Nosean eingelagerten dunklen Kryställchen bei günstig auffallendem Lichte immer einen goldig funkelnden Metallreflex zeigen.

Es lässt dies sicher auf Schwefeleisen schliessen, obgleich dies Voselsang nicht direct ausspricht, ja am Schlusse seiner Abhandlung das Vorkommen von Schwefelverbindungen des Eisens ganz bestreitet. Wäre es nun nicht möglich, dass alle durch Glühen sich blaufärbenden Noseane und Hauyne derartige Erzpartikel umschlössen, während die farblos bleibenden eben keine Schwefelverbindungen, sondern vielleicht Magneteisen etc. enthielten? Wenn Vogelsang angibt, dass gerade die blauen Varietäten mit Säuren wahrnehmbare Mengen von Schwefelwasserstoff entwickeln, nicht die schwarzen, so lässt sich das mit dem

Digitized by Google

eben Gesagten ganz gut vereinbaren und kann durchaus nicht als Beweis gegen das Auftreten von Schwefelmetallen angeführt werden, abgesehen davon, dass die Erzpartikel vielleicht Eisenkies sind, der sich ja in Salzsäure, die bei allen diesen Versuchen wohl angewendet wurde, so gut wie nicht löst und bei der jedenfalls äusserst geringen Menge leicht übersehen werden konnte.

Das bisher Gesagte soll vielleicht dazu dienen, die Entstehung der blauen Farbe im Lasurstein und künstlich geglühten farblosen Hauynen und Noseanen zu erklären, doch ist in den Eruptivgesteinen diese secundäre Art der Entstehung wohl für gewöhnlich nicht anzunehmen. Man muss hier zu der Hypothese greifen, dass während der Bildung der Schwefel als solcher, oder in zersetzbaren Verbindungen, wie er in der Masse mit enthalten ist, direct auf die Hauynsubstanz eingewirkt habe. Doch bleibt es dann immerhin seltsam, dass in demselben Gesteine farblose Hauyne neben gefärbten vorkommen, da man doch annehmen muss, dass der Schwefel gleichmässig in der ganzen Masse vertheilt ist und somit auch gleichmässig auf alle sich ausscheidenden Hauyne einwirken kann.

Es soll nun durchaus nicht behauptet werden, dass alle Hauyne der Auswurfsblöcke und der Lasurstein ihre blaue Farbe der Zersetzung von eingeschlossenen Schwefelmetallen in der Glühhitze verdanken, es ist dies nur eine Art und Weise, wie die Blaufärbung ermöglicht werden kann. Am Vesuv kommen auch Stücke von Hauyn vor, die nicht so direct mit Schwefeleisen vergesellschaftet sind und unzweifelhaft ihre blaube Farbe schon bei der Entstehung erhalten haben, ja es ist dies sogar der gewöhnliche Fall. Die Blaufärbung geschah hierbei vermuthlich durch directe Einwirkung von Schwefelverbindungen auf die bei höheren Hitzegraden sich bildenden Hauynkrystalle, die gleiche Entstehung ist wahrscheinlich auch bei dem Lasurstein anzunehmen.

Auf welche Weise diese Processe zu denken sind, ist wohl schwer zu erklären, nur das Eine steht fest:

Ursprünglich, der Hauynsubstanz an und für sich eigen, ist die blaue Farbe auf keinen Fall, sondern sie wird durch fremde Einwirkung hervorgerufen und der Körper, der dies bewirkt, ist der Schwefel. Die Annahme höher geschwefelter Säuren ist schon deshalb sehr unwahrscheinlich, da diese sämmtlichen Säuren und ihre Salze erfahrungsgemäss so wenig beständig sind, dass sie eine Steigerung

Digitized by Google

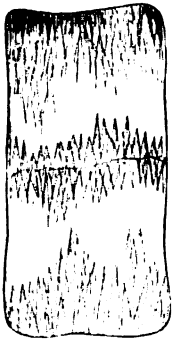
der Temperatur bis zur Glühhitze wohl kaum ohne Zersetzung vertragen würden.

Der Wollastonit bietet wenig Interessantes dar. Er sitzt gewöhnlich in den Drusen als einzelne, tafelförmige Krystalle oder zugeschärfte Nadeln, die weiss und undurchsichtig sind in Folge der beginnenden Zersetzung.

Charakteristisch ist das häufige Zusammenvorkommen mit dem eigentlichen Melilith und dem Sarkolith, das Fehlen in den Humboldtilithaggregaten. Des aus Wollastonit und Leucit bestehenden Blockes ist schon früher Erwähnung gethan.

Im Dünnschliff ist der Wollastonit neben dem starken Relief durch seine, immer in gleicher Weise wiederkehrenden Zersetzungserscheinungen charakterisirt; dieselben leiten sich nämlich dadurch ein, dass von den Polen der Längserstreckung der Krystalle, also vom Klinopinakoid aus, unzählige spitze Zacken in die klare Wollastonitmasse eindringen (Fig. 11). Schreitet die Zersetzung weiter fort, so setzen sich neue Spitzen, gleichsam wie Tuten auf die ersten auf, bis sie so endlich den ganzen Krystall erfüllen und in eine undurchsichtige Masse umwandeln, der als weiteres Stadium der Zersetzung eine Verwitterung zu trübem, kohlensaurem Kalk folgt. Ist der Krystall grösser, so erfolgt die zackenartige Absonderung auch bisweilen zu gleicher Zeit von Querspalten aus, aber immer verläuft sie parallel der Orthodiagonale. Diese Zersetzungserscheinungen sind für den vesuvischen Wollastonit so charakteristisch und treten so constant auf, dass sie den Wollastonit sofort im Dünnschliff erkennen lassen. Wenn sie in geringer Zahl auf den Spalten sitzen, so erinnern diese Gebilde unwillkürlich an die Pflockstructur des Humboldtiliths, nur dass hier die Kegel eine viel stumpfere Spitze besitzen, als bei letzterem, das haben sie aber z. B. gemeinsam, dass sie auf die Polarisation des Kornes keinen Einfluss ausüben. Fremde Einschlüsse fehlen fast vollständig.

Fig. 11.



Ich habe den Wollastonit nie anders, als in Drusen auskrystallisirt gefunden, dagegen erwähnt G. vom Rath einen Block, bei welchem es scheint, als sei der Wollastonit ein directes Metamor-

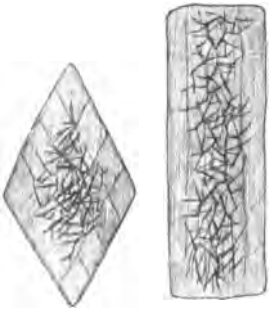
Digitized by Google

phosirungsproduct des Apenninenkalkes, entsprechend der Umwandlung in Forsterit, Glimmer und Augit. Es würde dies dann eine von der normalen sehr abweichende Umbildung des Kalkes repräsentiren.

Die Hornblende tritt immer mit Eisspath vergesellschaftet auf, schon seltener in granatreichen Blöcken, dagegen ist sie wohl noch nie in Drusen typischer Kalkblöcke aufgefunden worden. Wo sie frei auskrystallisirt ist, bildet sie stets prächtige, scharfkantige, schwarze, glasglänzende Krystalle, die einen grossen Reichthum an scharf einspiegelnden Flächen aufweisen. Nirgends habe ich auch nur eine Spur von Anschmelzung gefunden. Der Amphibol sitzt entweder in Höhlungen der Eisspathblöcke, immer dann mit Augit vergesellschaftet, mit dem zusammen er auch die in den Sanidinaggregaten auftretenden dunklen Bänder zusammensetzt, oder er ist in einzelnen Kryställchen durch die Masse zerstreut. Diese letzteren zeigen meist nicht so ideale Krystallgestalt, wie die frei ausgebildeten Individuen. Endlich bildet die Hornblende noch, wenn auch seltener, mit Glimmer, Augit, sowie accessorischem Vesuvian, Granat, Sodalith etc. compacte krystallinisch körnige Massen.

Im Schliff wird sie nur sehr schwer durchsichtig, aber bei genügender Dünne zeigt sie dann schöne dunkelblaugrüne Farben, selten braune Töne, wie die basaltische Hornblende. Zwillinge sind durchaus keine Seltenheit, ja selbst ganz lange, schmale Nadeln zeigen sich bisweilen aus 2 verzwillingten Individuen aufgebaut. Zwillingsebene ist wohl überall das Orthopinakoid.

Fig. 12.



Als Einschlüsse finden sich bisweilen Glimmerblättchen, die dann gewöhnlich central angehäuft sind, so dass ein vollkommen glimmerfreier Rand den Kern umschliesst (Fig. 12). In den kleineren Hornblendenadeln stellen sich bisweilen dunkle Erzpartikel ein, die in Folge ihres ganzen Verhaltens nur als Magneteisen gedeutet werden können. Dieselben nehmen wohl so überhand, dass sie die Hornblendemasse fast vollkommen verdrängen; doch sind sie immer ganz gesetzlos eingelagert und zeigen nicht eine randliche Anhäufung, wie bei manchen Hornblenden der Eruptivgesteine. Sanidin ist ebenfalls nicht selten eingeschlossen, ja die Betheiligung kann eine so starke

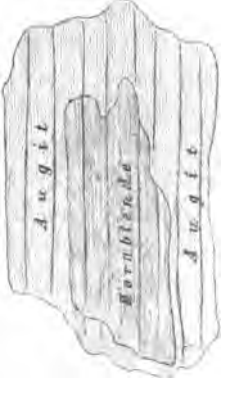
Digitized by Google

sein, dass das Ganze wie ein Gemenge von Sanidin und Amphibol aussieht, und doch beweist die einheitliche Auslöschung des letzteren, dass wir es mit einem einzigen Hornblendeindividuum zu thun haben, das nur mit zahllosen Sanidinbrocken erfüllt ist. Andere Einschlüsse sind selten, z. B. Gasporen und Einschlüsse mit ausgeschiedenen Kochsalzwürfeln; Glaseinschlüsse habe ich nirgends gefunden. Im Ganzen herrscht die auffallende Regel, dass die grösseren Krystalle viel weniger Einschlüsse beherbergen, als die kleinen.

Von dem Augit, mit dessen dunklen Varietäten sie vielleicht verwechselt werden könnte, unterscheidet die Hornblende sofort der ausserordentlich starke Pleochroismus. Derselbe gibt dem der Biotite kaum etwas nach; die Farben schwanken zwischen lichtgelbgrün und dunkelblaugrün bis fast schwarz, welche Farbenunterschiede am intensivsten bei annähernd basischen Schnitten hervortreten. Die Auslöschungsschiefe ist dagegen der des Augits, zumal des Diopsids, ausserordentlich genähert, indem sie stets circa 30° beträgt, also bedeutend mehr, als die der gewöhnlichen Hornblende. Dass das Mineral aber wirklich Amphibol und nicht etwa ein stark pleochroitischer Augit ist, das beweisen die in basischen Schnitten unter 124·5° sich kreuzenden Spaltungsrichtungen.

Interessante Verwachsungen von Augit und Hornblende zeigte ein Granatblock. Dieselben weichen insofern von den bisher bekannten ab, als nicht der Augit den Kern bildet, an oder um welchen die Hornblende sich lagert, sondern in der Mitte befindet sich ein, durch seinen Pleochroismus charakterisirtes Hornblendekorn, und dieses wird umschlossen von einer einheitlichen Augitrinde (Fig. 13). Hierbei verlaufen die Spaltungsrichtungen beider parallel, nur die Auslöschungsschiefen weichen natürlich von einander ab. Es herrscht demnach hier wohl dasselbe Gesetz, welches G. vom Rath bei den Verwachsungen von Augit und Hornblende in den Vesuvauswürflingen vom Jahre 1872 nachgewiesen hat, dass nämlich beide Mineralien *c*, sowie einige Krystallflächen gemeinsam haben. An eine Umwandlung des Amphibols in Pyroxen ist im vorliegenden Falle sicher nicht zu denken, da beide vollkommen frisch sind und der Augit in keiner

Fig. 13.



Digitized by Google

Weise etwa in die Hornblende eingreift sondern eine einfache Umlagerung vorliegt, wie sie umgekehrt ja gar nicht so selten ist.

Sicher hat sich in den Sommablöcken auch Tremolit oder ein anderes eisenarmes Amphibolmineral früher in den Drusen ausgeschieden gehabt, ist aber später wieder vernichtet worden und nur noch die durch trübe Substanzen repräsentirten Krystallformen sind, soweit sie von fremden Substanzen umschlossen und conservirt wurden, erhalten geblieben. So treten besonders im Sanidin ziemlich häufig Nadeln auf, die die charakteristischen Winkelverhältnisse des Amphibols im Querschnitt zeigen, ohne dass das Mineral selbst noch vorhanden wäre, sondern das Ganze ist mit grauer, trüber Materie (jedenfalls Calcit, da die Substanz beim Betupfen mit Säuren braust) erfüllt, welcher Calcit wohl als Zersetzungsproduct zu betrachten ist.

Der Sanidin ist eines der für die Sommablöcke am meisten charakteristischen Minerale; wegen seines ausgezeichneten Glasglanzes, seiner Sprödigkeit und wasserklaren Substanz, hat man ihm den Namen Eisspath gegeben. Er tritt selten in einzelnen Krystallen in den Drusen auf, sondern bildet fast stets zusammenhängende Aggregate. Diese Blöcke sind gewöhnlich so locker in ihrem Gefüge, dass man sie mit Leichtigkeit zwischen den Fingern zerbröckeln kann. Dass dieselben nie aus reinem Eisspath bestehen, sondern stets noch Nephelin und Sodalith, dem blossen Auge meist nicht erkennbar, eingemengt enthalten, ist schon früher erwähnt worden. Dazu tritt fast immer auch noch in wechselnden Mengen Plagioklas. Wo der Sanidin in Höhlungen hineinragt, da bildet er immer prachtvolle ebenflächige, glänzende Krystalltafeln.

Im Dünnschliff zeigt er farblose, meist auch von Einschlüssen freie, homogene Durchschnitte, auch auffallenderweise Zwillingsverwachsungen nach dem Karlsbader Gesetz, nach einem anderen Gesetze habe ich keine gefunden. Als Einschlüsse treten Augit, Hornblende, Melanit, Titanit und viele andere Minerale auf, ferner ist noch die Continuität der Masse unterbrochen durch Gasporen, die immer parallel der Hauptspaltungsrichtung des Sanidins eingelagert sind, auch häufig äusserst scharf die negative Krystallgestalt des Eisspaths wiedergeben. Einschlüsse einer Salzsolution mit ausgeschiedenen Chlornatriumwürfeln sind nicht selten, dagegen sind grünliche Glaseinschlüsse auf ganz wenige Vorkommnisse beschränkt.

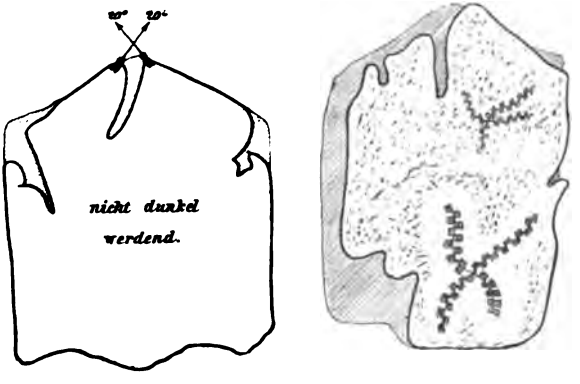
Digitized by Google

Glaseinschlüsse und Kochsalzeinschlüsse treten, wie im Nephelin und Sodalith, immer zu gleicher Zeit auf. Wohl überall finden sich neben den erwähnten Einschlüssen noch trübe, fetzenartig gestaltete Partikel in der Masse vor, wie sie schon beim Augit, Vesuvian u. A. beschrieben wurden.

In den Höhlungen eines typischen Sanidinaggregates sassen zarte hellgelbliche Blättchen, die ihrem äusseren Ansehen nach mit Glimmer, der auch in ganz ähnlichen Farben vorkommt, ausserordentliche Aehnlichkeit hatten, doch zeigte sich im Dünnschliff nirgends eine Betheiligung von Glimmer, der Block bestand nur aus Eisspath und Sodalith.

Eine mikroskopische Untersuchung der circa 1 Millimeter grossen Blättchen ergab nun, dass dieselben aus zwei Lamellen bestanden, die in Zwillingsstellung übereinander lagen. Nur wo die Ecken des einen Individuums über das andere hervorragten, da zeigte sich eine Auslöschungsschiefe gegen die Längskante von circa 20°, wobei das eine Blättchen bei einer Drehung nach rechts um diesen Winkel dunkel wurde, das andere bei einer Drehung nach links. Wo die Lamellen übereinander lagen, erfolgte natürlich überhaupt keine Auslöschung (Fig. 14).

Fig. 14.



Dass diese Gebilde keine Glimmerzwillinge sind, dafür sprechen verschiedene Gründe: Erstens weichen die Umgrenzungswinkel viel zu stark von 120° ab, um sie für blosse Unregelmässigkeiten zu erklären, dann könnte beim Glimmer bei einer Lagerung parallel $0P$ nur schwache Polarisation erfolgen und müsste die Auslöschung

Digitized by Google

parallel oder senkrecht zu einer Seitenkante verlaufen; vielmehr drängt sich die Vermuthung auf, dass diese Gebilde wohl Sanidinzwillinge nach dem Karlsbader Gesetz sein könnten. Dafür spricht erstens die Art der Zwillingsverwachsung mit den überstehenden Ecken, zweitens der circa 130° betragende Winkel an der Spitze, ferner die Auslöschung von 20° gegen die Seitenkante (beim Sanidin beträgt die Auslöschungsschiefe auf dem Klinopinakoid gegen die Kante $\infty P\infty . \infty P\infty$ circa 21°) und endlich noch die lebhaften Polarisationsfarben.

Es würde das Ganze allerdings eine von der gewöhnlichen Art sehr abweichende Ausbildung der Karlsbader Zwillinge sein, indem die Individuen ausserordentlich dünn tafelförmig (die Dicke betrug höchstens 0·05 Millimeter) nach $\infty P\infty$ entwickelt wären.

Die gelbliche Farbe der Blättchen rührte davon her, dass die Oberfläche mit zahllosen hellbraunen tropfenähnlichen Gebilden besetzt war, jedenfalls Eisenoxydhydrat; dazwischen lagen, von einem Centrum ausstrahlende, ophiuridenähnliche Gebilde, bestehend aus schwarzen Fäden, an denen reihenweise an beiden Seiten die braunen Tröpfchen sassen, oder aus aneinandergereihten Octaëderchen, jedenfalls von Magneteisen, die so geordnet waren, dass sie gleichsam alternirende Reihen bildeten, indem die als Quadrate erscheinenden Kryställchen immer nur mit einer Ecke sich berührten. In der Nähe der Magnetitkryställchen war stets ein klarer Fleck, gleichsam als hätten sie die sonst überall gleichmässig die Oberfläche bedeckenden Pünktchen in ihrer Umgebung absorbirt.

Nicht leicht vom Sanidin zu unterscheiden ist der Anorthit, da er verhältnismässig wenig zur Zwillingsbildung geneigt ist, und zwar scheint hierbei die Regel zu sein, dass, je kleiner die Körner sind, desto weniger auch eine Zwillingsstreifung auftritt. Bei kleinkörnigen Aggregaten, wie sie der Anorthit bisweilen bildet, kann daher häufig nur die Analyse definitiven Aufschluss gewähren und wurde dieselbe auch in verschiedenen zweifelhaften Fällen ausgeführt.

Doch kommen glücklicherweise Sanidin und Anorthit nur selten miteinander vor, da der Anorthit, im Gegensatze zum Sanidin, meist in Kalkblöcken auftritt, oder in Glimmer-Augit-Aggregaten, die besonders durch ihren Spinellgehalt ihre Abkunft von typischen Kalkblöcken sofort verrathen.

Digitized by Google

Der Anorthit ist reich an Glaspartien und Kochsalzeinschlüssen. Ein an letzteren sehr reiches feinkörniges Anorthitgestein wurde behufs Feststellung der näheren Bestandtheile dieser Einschlüsse zerrieben und mit Wasser ausgezogen. In der Solution ergab Silbernitrat eine weisse, durch Ammon verschwindende Trübung, also *Cl*.

Die eingedampfte Lösung zeigte deutlich die Flammenreaction des Natriums, daneben, wenn auch bedeutend schwächer, die des Kaliums; ein Zusatz von Chlorbaryum verursachte ebenfalls eine deutliche, durch Zusatz von Salzsäure nicht verschwindende Trübung. Die Anwesenheit von Schwefelsäure ist somit erwiesen. Sorby[1]) hat die Flüssigkeitseinschlüsse einiger anderer Sommaminerale untersucht und hat ganz dieselben Bestandtheile gefunden, gibt aber ausserdem noch Magnesia an, die ich im vorliegenden Falle nicht nachweisen konnte.

Auffallend ist es, dass man in den Einschlüssen nicht auch Krystalle erblickt, die für schwefelsaures Natron oder Kali gehalten werden könnten (nur an einer Stelle schienen auch prismatische Krystalle in einem Hohlraum zu sitzen), sondern immer nur würfelförmige Gebilde. Es ist demnach höchst wahrscheinlich, dass die geringen Mengen der schwefelsauren Salze in der Mutterlauge suspendirt bleiben und nur die in grösseren Mengen vorhandenen Chloralkalien auskrystallisiren.

In dem erwähnten Block war der Anorthit zum Theile der Zersetzung anheimgefallen, und als Verwitterungsproduct hatte sich in den mikroskopischen Hohlräumen des Gesteins in beträchtlicher Menge ein klares, zartfaseriges, zeolithisches Mineral abgesetzt. Um dessen Natur zu ergründen, wurde das Gestein mit Salzsäure behandelt. In Lösung gegangen war der Zeolith und der Anorthit, unlöslich geblieben der im Block vorhandene Glimmer, der Orthoklas, einige Körnchen von Plagioklas (Albit oder Oligoklas?), sowie Vesuvianbröckchen. Die Lösung enthielt: SiO_2, Al_2O_3, CaO, MgO (sehr wenig), K_2O (Spuren), Na_2O (wenig).

Der Zeolith, der hier als Umwandlungsproduct des Anorthits auftritt, kann demnach wohl nur ein sehr kalkreicher, alkalienarmer sein, vielleicht Gismondin?

In den Eisspathblöcken kommt neben dem Orthoklas immer Plagioklas vor, der in Folge seiner Unlöslichkeit in Säuren nicht

[1]) Microscop. Struct. of crystall. etc., pag. 28.

Digitized by Google

Anorthit sein kann, sondern wohl Albit oder Oligoklas oder Andesin oder mehrere zusammen, denn diese drei Minerale sind als aufsitzende Krystalle in den Sommablöcken bereits nachgewiesen, und zwar kommt dieser Plagioklas durchaus nicht so selten vor, wie man wohl bisher angenommen hat, sondern bildet in allen Eisspathaggregaten einen mehr oder weniger verbreiteten Gemengtheil, ja waltet selbst bisweilen vor dem Sanidin vor. In seinem Bau ähnelt er ganz dem letzteren; Glaseinschlüsse habe ich jedoch nur an einer Stelle gefunden.

Vom Sanidin unterscheidet diesen Plagioklas, besser als den Anorthit, sofort die im polarisirten Lichte hervortretende prächtige Zwillingstreifung. Die Lamellen durchkreuzen sich bisweilen gitterartig, indem sie zu gleicher Zeit nach dem Albit- als auch nach dem Periklingesetz verzwillingt sind.

Welcher Art der Plagioklas ist, ob Oligoklas, Andesin oder Albit, konnte durch Prüfung auf optischem Wege nicht ermittelt werden, da Spaltblättchen nicht zu erhalten waren, auch die in den Durchschnitten nur selten auftretenden Spaltrisse eine sichere Bestimmung der Auslöschungsschiefe nicht gestatteten.

Um Aufschluss über die Art der Plagioklasbetheiligung in den Eisspathblöcken zu erhalten, wurde ein solcher zu Pulver zerrieben und mit Thoulet'scher Lösung behandelt, wobei sofort die Hornblende in Folge ihres hohen specifischen Gewichtes zu Boden fiel. Beim Verdünnen bis auf das specifische Gewicht 2·635 fiel eine Partie des Pulvers, bei 2·603 eine zweite, bei 2·575 eine dritte und zuletzt der Eisspath selbst.

Diese drei Portionen wurden einer chemischen Analyse unterworfen, nachdem alle Unreinigkeiten so gut wie irgend möglich durch Auslesen entfernt wurden. Die quantitative Analyse der ersten Portion, die zweimal ausgeführt wurde, das eine Mal mit 0·82 Gramm, das andere Mal mit 0·799 Gramm Substanz, ergab:

	I	II	Durchschnitt
SiO_2	57·78	57·14	57·46
Al_2O_3	28·41	27·91	28·16
CaO	7·44	7·51	7·48

Auf eine Alkalienbestimmung wurde verzichtet, da die gefundenen Werthe für SiO_2, Al_2O_3 und CaO schon einen sicheren Schluss auf die Natur des Feldspathes ziehen liessen. Derselbe ist

Digitized by Google

in dem vorliegenden Falle Andesin, und zwar entspricht er sehr nahe dem Mischungsverhältnis von Albit zu Anorthit, wie 4:3. Es ist das ein etwas anderes Mischungsverhältnis, als es G. vom Rath angibt ($Ab:An = 4:5$), und es dürfte daher die Vermuthung nahe liegen, dass die vesuvischen Andesine kein feststehendes Mischungsverhältnis repräsentiren, sondern Albit und Anorthit in verschiedenen Antheilen enthalten.

Eine Prüfung der zweiten Portion ergab, dass sich dieselbe vollkommen in Salzsäure löste, also überhaupt kein Feldspath war, sondern, wie die nähere Prüfung darthat, der Nephelinbestandtheil des Blockes. Eine quantitative Analyse war natürlich in Folge dessen nicht nöthig.

Die dritte Portion zeigte sich schon dem blossen Auge sehr durch den Körnchen anhängende schwarze Partikel (Hornblende) verunreinigt und die Untersuchung ergab, dass hier überhaupt kein selbstständiger Gemengtheil des Blockes vorlag, sondern einestheils Nephelin, dessen specifisches Gewicht durch mikroskopische Cavitäten herabgedrückt war, anderntheils Sanidin, bei welchem anhängende Hornblendepartikelchen dasselbe erhöht hatten.

In dem untersuchten Eisspathblocke war also nur der Andesin als Plagioklasgemengtheil enthalten, doch ist sicher damit noch nicht erwiesen, dass dies für alle Eisspathblöcke gelte; bei der ausserordentlich wechselnden Facies der Sommaaggregate wäre dieser Schluss sehr voreilig, denn Albit und Oligoklas sind ebenfalls nachgewiesen und werden sicher nicht allein als einzelne aufsitzende Krystalle vorkommen, sondern sich auch als Gemengtheil am Aufbau des Blockes betheiligen, wenn dies vielleicht auch nicht so häufig vorkommen mag, als wie beim Andesin. Einen Schluss aber gestatten die vorliegenden Untersuchungen mit ziemlicher Sicherheit zu ziehen, nämlich den: dass der, resp. die, in einem Block vorkommenden Plagioklase feste, einheitliche Mischungsverhältnisse repräsentiren und nicht alle möglichen Uebergänge zwischen den einzelnen Plagioklasvarietäten in einem und demselben Block sich vorfinden.

Der Titanit tritt sporadisch in bräunlichgelben, stark pleochroitischen Körnern in den Eisspathblöcken auf und erreicht lange nicht die Häufigkeit und die schönen Krystallformen, wie in den Auswürflingen des Laacher Sees. Einige kleine, aber schön ausgebildete, weingelbe aufsitzende Kryställchen fand ich in einem mikrosommithaltigen Glimmerblock.

Digitized by Google

Ausser den Silicaten ist es besonders der Spinell, der Interesse verdient, weniger wegen seiner Ausbildung, als vielmehr wegen seines constanten Auftretens in den typischen Kalkblöcken. Wo man diese schwarzen glänzenden Octaëderchen sieht, da kann man sicher sein, man hat es mit einem metamorphosirten Kalkstein zu thun. Der Spinell tritt nicht in Drusen auf, sondern immer mit den Grundgemengtheilen der Kalkblöcke vergesellschaftet, und zwar ist er sicher das zuerst gebildete Mineral, da er von allen anderen Contactmineralen, besonders Forsterit und Glimmer, umschlossen wird, nie aber Partikel von diesen enthält.

Bisweilen scheint es, als ob der Spinell in grobkörnigen Augit-Glimmer-Olivin-Aggregaten in Drusen sässe, doch bei näherem Beobachten sieht man nirgends Contactzonen; es sind eben keine Drusen in dem Sinne, wie dies Wort bisher verstanden ist, sondern nur Hohlräume, in welche die angelagerten Körner Krystallenden hineinsenden.

Neben dem grünen bis schwarzen, Ceylanit oder Pleonast genannten Spinell, kommt nun auch edler Spinell vor in fast farblosen oder rosafarbenen bis schön hyacinthrothen Octaëderchen. Bisweilen stellen sich zu den rothen grüne Töne ein und bilden so ganz allmälig den Uebergang zum Ceylanit. Der edle Spinell scheint nur in mikroskopischen Kryställchen vorzukommen, da ich ihn makroskopisch nirgends beobachtet habe, auch ist er, meines Wissens, von anderer Seite ebenfalls nicht als Sommamineral angegeben.

Der Ceylanit wird im Dünnschliff mit schön saftgrüner Farbe durchsichtig. Dieselbe lässt sich schwer beschreiben, zeigt aber so charakteristische Nuancen, dass eine Verwechslung mit Augit, Hornblende und anderen grüngefärbten Mineralen kaum möglich ist.

Als Einschlüsse finden sich Hohlräume. Andersartige Gebilde habe ich nicht beobachtet. Für gewöhnlich zeigen die Spinelle vollkommen klare, einschlussfreie Substanz; geradezu Gesetz ist dies für die mikroskopisch kleinen Kryställchen. In einem Block zeigten die grünen Spinelle einen quadratisch umgrenzten opaken Kern, während die eigentliche Ceylanitsubstanz nur einen bisweilen ziemlich schmalen Saum bildete. Die Vermuthung, dass der Kern Magneteisen sein könnte, rechtfertigte sich nicht, da die Krystalle vom Magneten nur sehr schwach angezogen wurden, auch das Pulver in Salzsäure unlöslich war. Eine Prüfung auf Chrom mittelst der Phosphorsalz-

Digitized by Google

perle ergab ebenfalls ein negatives Resultat; es dürfte der opake Kern demnach wohl nur ein auffallend dunkler Ceylanit sein und das Ganze ein Analogon zu den mit dunklen Kernen versehenen Granaten, Augiten etc.

Die in den Blöcken auftretenden Schwefelmetalle, wie Bleiglanz, Eisenkies, Magnetkies, Zinkblende bieten nichts Bemerkenswerthes dar und haben mehr ein genetisches Interesse. Der Magnetkies scheint, im Gegensatz zu der bisherigen Annahme, vor dem Eisenkies vorzuwalten, da alle von mir untersuchten Körner von Schwefeleisen sich in Salzsäure lösten, was der Eisenkies bekanntlich nicht thut.

Eigenthümlich ist, dass die Sommablöcke keinen Eisenglanz beherbergen, dieses für die recenten Vesuvauswürflinge so charakteristische Mineral. Alles in den Somma-Aggregaten auftretende Eisenoxyd ist sicher secundär aus anderen eisenhaltigen Verbindungen entstanden, und zwar gewöhnlich aus Magnetkies oder Magneteisen.

Der Apatit, dieser ständige Gast in fast allen Gesteinen, fehlt auch in den Sommablöcken nicht. Er kommt sowohl in der Grundmasse vor, wo er als phosphorsaurer Kalk wohl schon von vornherein enthalten war, als auch in den Drusen sitzend und da gewöhnlich den verschiedensten anderen Mineralen eingelagert; auch in den metamorphosirten Laven steckt er in zahlreichen Nadeln.

Im Dünnschliff zeigt er ein, von dem gewöhnlichen Habitus in nichts abweichendes Bild, vor Allem fehlt ihm selten der central der Längserstreckung nach angehäufte schwarze Staub (Fig. 15). Derselbe zeigt bisweilen ganz sonderbare Anordnung, indem er sich nicht gleichmässig durch die ganze Länge des Prismas erstreckt, sondern in einzelne Ballen abgesondert ist. Zwischen je zwei Klumpen ist die Masse vollkommen klar, doch sieht man nicht etwa einen Quersprung, dem diese Entfärbung vielleicht zuzuschreiben wäre. Das Ganze erinnert unwillkürlich an den Zellenbau der Fadenalgen.

Fig. 15.

Andere, in den Sommablöcken nachgewiesene seltenere Minerale, wie: Zirkon, Cuspidin, Guarinit, Graphit, Periklas, Flusspath etc. habe ich in den mir vorliegenden Handstücken nicht gefunden.

Digitized by Google

Entstehung der Somma-Blöcke.

Wenn wir nach der Entstehung der Somma-Auswürflinge fragen, so müssen wir vor allen Dingen die Bildung der eigentlichen Kalkblöcke, sowie der zonar structurirten Silicatblöcke streng scheiden von derjenigen der die Drusenausfüllung bildenden Aggregate. Die ersteren weisen durch ihre constante Zonarstructur, ihre verhältnismässige Armuth an verschiedenartigen Mineralen, und die immer gleichbleibende Aufeinanderfolge derselben darauf hin, dass sie alle den gleichen Bedingungen ihren Ursprung verdanken, nur dass bei den silicatreichen und kalkarmen Blöcken die metamorphosirenden Kräfte länger und vielleicht energischer eingewirkt haben, als bei den typischen Kalkblöcken mit nur schmaler Contactzone.

Ganz anderer Art und sicher viel complicirter sind die Processe, die bei der Bildung der Drusenaggregate gespielt haben; da herrscht nirgends ein übereinstimmender Bau oder auch nur ein durchgreifendes Gesetz in Betreff des Zusammenvorkommens verschiedener Minerale und bei fast jeder einzelnen Mineralart ist ein anderer Bildungsgang anzunehmen, ja ein und dieselbe Species ist bisweilen auf zweierlei Entstehungsmodalitäten zurückzuführen, wie dies beim Leucit an früherer Stelle zu zeigen versucht worden ist. In das Wesen aller dieser Bildungsvorgänge einzudringen, ist wohl kaum möglich, und alle dahin bezüglichen Erklärungen müssen Hypothesen bleiben, die nur, je nach den für sie erbrachten Argumenten, mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit besitzen.

Dass der Kalk, das Muttergestein der Blöcke, dem Apenninenkalk entstammt, unterliegt wohl keinem Zweifel, und zwar ist anzunehmen, wie schon G. vom Rath[1]) angibt, dass der Kalk mehr oder weniger dolomitisch war, mit einem daneben auftretenden, wenn auch geringerem Gehalte an Thonerde und Kieselsäure. Auf irgend welche Weise, jedenfalls durch Spaltenbildung, kam der Apenninenkalk in Verbindung mit der Lava des Monte Somma. Die von derselben ausgehende Gluth trieb die Kohlensäure zum Theile aus dem Kalk aus. Durch die dadurch verursachte Contraction der Masse entstanden Risse und Sprünge im Gestein, die natürlich einer Einwirkung der Glühhitze, indem die Lava in jeden dieser Risse eindrang, noch

[1]) Beitrag z. Kenntn. d. chem. Zusammensetzung des Humits. Pogg. Ann., Bd. CXLVII, pag. 263.

Digitized by Google

mehr Vorschub leisteten, so dass bald der ganze Kalk, so weit die Gluth des Vulkans zersetzend wirken konnte, von zahllosen unregelmässigen Spalten und Höhlungen nach allen möglichen Richtungen durchsetzt wurde.

Dieselben treten uns jetzt als Drusenräume in den losgerissenen Bruchstücken entgegen. Zugleich erklärt sich auch so die scheinbar sphäroidische Gestalt mancher Blöcke. Bei dem Zerbersten der Kalkmasse sonderten sich die Bruchstücke in Folge der einseitigen Contraction zu Stücken ab, die scheinbar Segmente von Schalen repräsentiren, eine Erscheinung, die man an jedem eintrocknenden Thon beobachten kann und die besonders schön auch viele Knollen von thonigem Sphärosiderit zeigen.

Die magnesiareiche Lava, denn eine solche muss bei dem grossen Magnesiagehalt fast aller Minerale wohl angenommen werden, absorbirte nun zum Theile das entstandene Calciumoxyd und bildete mit demselben die immer die Drusenwandung bildende Augitzone. Doch ging ihre Einwirkung noch über diese Zone hinaus, da besonders der Alkaliengehalt des Glimmers wohl nicht als aus dem Kalke herstammend angenommen werden kann, der nirgends so viel Alkalien enthält, um derartige Mengen von Biotit zu bilden.

Je grösser der Abstand von der flüssigen Lava ist, desto mehr verschwinden auch die Producte, die ihrem Einfluss die Entstehung zu verdanken haben, und es stellen sich die Minerale ein, die allein durch die Gluth sich aus den vorhandenen Bestandtheilen des Kalkkerns neu bildeten. Es ist dies der Spinell und der Forsterit. Der Spinell entstand dadurch, dass sich die vorhandene Thonerde mit einem Theil der Magnesia und des Eisens verband (es ist dies zugleich der Gemengtheil, der zuerst ausgeschieden ist); die vorhandene Kieselsäure aber vereinigte sich mit einem anderen Theil der Magnesia, sowie dem wenigen noch vorhandenen Eisen zu Forsterit. Der kohlensaure Kalk, dessen Kohlensäure im Innern des Blockes nicht entweichen konnte, krystallisirte endlich zu körnigem Kalkspath um, nur wenige Reste kryptokrystallinen Kalkes verblieben als Zeugen der früheren Beschaffenheit.

Je weiter von der Contactzone entfernt, desto reiner zeigt sich der Forsterit und Spinell, je näher der Glimmerzone, desto getrübter und unvollkommener ist ihre Ausbildung, bis sie beim weiteren Vorwalten der Glimmerzone ganz verschwinden. Diese Ausbildung ist

Digitized by Google

am deutlichsten da, wo die Bänder von Augit und Glimmer am schmalsten sind, d. h. wo die Einwirkung der Lava nicht zu energisch war. Wo dagegen die Zonen breit sind, wo die Lava energisch eingewirkt hat, da wird der innere Kalkkern immer mehr reducirt; der Kalk krystallisirt nicht als Kalkspath wieder aus, sondern verschwindet oft ganz; ebenso scheint auch für die Bildung des Spinells eine zu intensive Einwirkung der Lava hinderlich zu sein, und es entstehen dann der Hauptsache nach Augit-Glimmer-Aggregate, die in der Mitte nur einen schmalen Streifen eisenarmen Olivins, an Stelle des Kalkkerns der typischen Kalkblöcke, aufweisen. Dass in letzterem Falle auch der regelmässige Bau der Zonen unter der zu energischen Einwirkung leidet, ist leicht erklärlich, und es kann uns daher nicht Wunder nehmen, wenn derartige silicatreiche Blöcke die Zonen bisweilen nicht in der normalen Bildung aufweisen, wie die Kalkblöcke.

Dass die Diopside und Glimmer nirgends Glaseinschlüsse aufweisen, kann man sich wohl so erklären, dass man sich die Bildung von Augit und noch weniger etwa die des Biotits derart denken darf, als sei der Kalk von der Lava aufgelöst worden und dann seien Augit und Glimmer wieder auskrystallisirt, sondern man muss den Kalk als festes Gestein annehmen, in das die Lava, gleichwie eine Flüssigkeit, mineralbildend eindrang. Höchst eigenthümlich ist jedenfalls, dass der Kalk, der doch die Hauptmasse des Gesteins bildete, verhältnismässig weniger bei der Neubildung der Minerale sich betheiligt; immer ist es die Magnesia, die in erster Linie in die neuen Verbindungen eintritt. Auch hier ist jedoch eine Zunahme der Betheiligung von Calcium zu constatiren, je näher wir dem Contact mit der Lava kommen. Spinell und Forsterit sind absolut frei von Kalk, der Glimmer enthält schon etwa 2 Procent und der Augit, der die Einwirkung der Lava am directesten aufweist, zeigt einen beträchtlichen Kalkgehalt.

Unwillkürlich drängt sich uns nun die Frage auf: Wo ist jener im Ueberschuss vorhandene Kalk hingekommen? Sicher ist ein Theil desselben, ausser zur Bildung von Augit, zum Aufbau der in den Drusen sitzenden kalkreichen Minerale, besonders Anorthit, Mejonit, Vesuvian u. a. verwandt worden. Aber trotzdem, dass diese Minerale sehr häufig in den Drusen sitzen, kann man wohl nicht annehmen, dass sie sämmtlichen Kalk resorbirt haben; sicher ist ein

Digitized by Google

Theil, wenn auch vielleicht der geringere, durch andere Einflüsse entfernt, und da liegt es sehr nahe, an die Einwirkung von Fumarolen zu denken, besonders an die Einwirkung von Salzsäure. Chlorcalcium ist ein bisweilen in ziemlicher Menge auftretendes Exhalationsproduct des Vesuvs, warum soll es nicht auch bei der Entstehung der Sommablöcke sich gebildet haben? Dass mit der Einwirkung der Lava auch eine sehr starke Fumarolenthätigkeit Hand in Hand gegangen ist, das beweisen die fast in allen Mineralen der Blöcke auftretenden Einschlüsse von Kochsalz und schwefelsauren Salzen, also Stoffen, die mit den recenten Exhalationsproducten des Vesuvs vollkommen identisch sind. Und wo Chloralkalien auftreten, da ist sicher auch Salzsäure vorhanden gewesen.

Man könnte nun fragen: Wie kommt es, dass die in der Kalkmasse aufgerissenen, mit Lava erfüllten Spalten uns nicht als solche erhalten sind, sondern dass dieselben, trotzdem dass sie einst mit Lava angefüllt waren, dennoch auch jetzt noch als Hohlräume uns entgegentreten und nicht als Trümer compacter Lava?

Die Antwort darauf kann nicht so schwer sein. Vor Allem muss man wohl annehmen, dass die flüssige Lava nicht dauernd auf die Kalkmasse eingewirkt hat, denn dann würde dieselbe sicher zuletzt vollkommen resorbirt worden sein, sondern die Einwirkung währte nur eine gewisse, in ihrer Dauer allerdings nicht zu bestimmende Zeit, dann trat die Lava entweder zurück oder sie erstarrte in den Spalten, respective es erfolgte kein neuer Zufluss. Die erstere Annahme würde eine Erklärung natürlich überflüssig machen und ihre Berechtigung ist bei dem bekannten Schwanken des Lavaniveaus in den Vulkanen, durchaus nicht ausgeschlossen. Bei der Annahme, dass die Lava in den Spalten blieb, könnte das Offenbleiben der letzteren dadurch erklärt werden, dass die Lava bei ihrem Eindringen in den Kalk die noch im Innern vorhandene Kohlensäure vertrieb und diese Volumverminderung sich natürlich, da keine Lava mehr zufloss, dadurch kundgeben musste, dass der in die Spalte eingedrungene Lavastreifen sich theilte und so die alte Spalte, wenn auch in kleinerem Massstabe wieder herstellte.

Die nach der Einwirkung der Lava sicher in der Tiefe noch lang anhaltende Gluth ermöglichte eine vollkommene Vereinigung der Lavamasse mit dem anstehenden Kalk, so dass wir jetzt die

Digitized by Google

Bestandtheile jener Magmen nicht mehr in den Drusen finden. Als einer von den wenigen Ueberresten dieser Laven ist vielleicht, wie schon früher erwähnt, die glasreiche graue Varietät des Leucits zu betrachten.

Durch diese lang andauernde Gluth ist auch die durch und durch krystalline Beschaffenheit der Blöcke zu erklären.

Die im Kalkfels zurückgebliebenen communicirenden Spaltensysteme boten nun den Fumarolengasen einen willkommenen Spielplatz für ihre schaffende und zerstörende Thätigkeit. Und dieser Fumarolenthätigkeit verdanken wohl die meisten der in den Drusen sitzenden Krystalle ihre Entstehung. Natürlich müssen sich die Fumarolenproducte am massenhaftesten in den Spalten ansiedeln, die dem Herd des Vulkans am nächsten liegen; daher finden wir die hornblendehaltigen Eisspathaggregate, die wohl das typischste Beispiel der durch Fumarolenthätigkeit entstandenen Mineralgemenge repräsentiren, immer auf Glimmer-Augitaggregaten, als den am vollkommensten metamorphosirten Kalkpartien, höchst selten auf typischen Kalkblöcken, da diese, als die entferntesten, auch mit den Fumarolengasen am wenigsten in Berührung kamen.

Den aufsteigenden Dämpfen verdanken, wie schon erwähnt, die meisten in den Eisspathblöcken auftretenden Minerale ihre Entstehung, so der Eisspath selbst, dann die Hornblende, dieses typische Sublimationsproduct der recenten Vesuvauswürflinge, der dunkle Augit und jedenfalls auch der in den Sanidinblöcken auftretende dunkle Glimmer.

Dass auch eine gleichzeitige Betheiligung der Lava bei vielen sehr wahrscheinlich ist, das beweisen die besonders im Nephelin und Sodalith auftretenden Glaseinschlüsse neben den Kochsalzeinschlüssen. Auch beim Eisspath ist diese Art der Entstehung nicht ganz ausgeschlossen, da er ebenfalls Chlornatrium- und Glaseinschlüsse zu gleicher Zeit aufweist. Scacchi gibt an, dass Sodalith und Nephelin „nicht sowohl durch eine spätere, länger fortdauernde Thätigkeit vulkanischer Dämpfe, als vielmehr durch eine, unmittelbar das Erstarren der Lava begleitende, erhöhte Sublimationsthätigkeit entstanden sein mögen“ und die angeführten Beobachtungen können nur eine Stütze mehr für die Richtigkeit dieser Anschauung sein. Jedenfalls ist diese Art der Entstehung auch noch auf den Mikrosommit auszudehnen.

Digitized by Google

Doch mögen diese Andeutungen genügen, da ein Versuch zur Erklärung der Genesis der übrigen zahlreichen Drusenminerale zu sehr in's Reich des Hypothetischen hinüberstreifen möchte; weist doch schon die bis jetzt gegebene Entwicklung wohl manche kleine, vor der Hand nicht auszufüllende Lücke auf. Doch wird eine absolut fehlerfreie Definition der genetischen Verhältnisse dieser Gebilde überhaupt nie möglich sein, da uns der Ort, von dem diese Fragmente losgerissen wurden, ebenso unzugänglich bleiben wird, wie die Vorgänge, die sich in den Tiefen des Vulkans abspielen, ewig ein offenes Räthsel bilden werden.

Digitized by Google

VII. Notiz.

Analyse des Berylls vom Ifinger.

Von der Absicht geleitet, eine grössere Menge Beryllerde zu gewinnen, habe ich vor einiger Zeit ein grösseres Quantum Beryll aus der Masulschlucht im Passeyerthale verarbeitet, welches ich durch freundliche Vermittlung meines Collegen Dr. Becke und des Herrn Dr. Brezina erhielt.

Der Beryll wurde in meinem Laboratorium wiederholt untersucht und ich erlaube mir, die Resultate der Analyse, welche vielleicht als Ergänzung der in dem 5. Hefte des VII. Bandes dieser Mittheilungen enthaltenen Notiz von Interesse sein dürften, in Folgendem mitzutheilen.

	I	II	III	
SiO_2	66·49	66·54	66·48	Procent
Al_2O_3	23·01	23·07	22·95	„
BeO	9·30	9·26	9·34	„
CaO	0·54	0·54	—	
MgO	0·54	0·54	—	
H_2O	0·04	0·04	—	
	99·92	99·99		

Spec. Gew. bei 20° C. = 2·6935.

Czernowitz, 26. Juli 1886. R. Přibram.

Literatur.

Becker G.: Cretaceous metamorphic rocks of California. — Am. Journ. Sci. XXXI, 1886.

Bertrand E.: Sur la mesure des indices de refraction des éléments microscopiques des roches. — Bull. Soc. Franc. de Mineral. 1885.

Derselbe: Réfractomètre construit spécialment pour l'étude des roches. — Ebenda 1886.

Brauns R.: Ueber d. Verwendbarkeit des Methylenjodids bei petrograph. u. opt. Untersuchungen. — N. Jahrb. f. Min. 1886, II.

Brezina A.: Ueber die Krystallform des Tellurit. M. 3 Fig. — Ann. d. k. k. Naturh. Hofmuseums. I, 1886.

Clarke F. and Diller J. S.: Topaz from Stoneham, Maine. M. 2 Fig. — Am. Journ. Sci. XXIX, 1885.

Döll E.: Die Mitwirkung der Eisenkiese bei der Höhlenbildung im Kalkgebirge. — Blätt. f. Höhlenkunde I, 1886.

Früh J.: Zur Geologie v. St. Gallen u. Thurgau m. bes. Berücksichtigg. d. Kalktuffe. M. I Taf. u. I Karte. — Ber. d. St. Gallischen naturwiss. Ges. 1884/5; St. Gallen 1886.

Digitized by Google

Handwörterbuch d. Mineralogie etc. 12. Liefr. — Encyclop. d. Naturw. II, 35. — Breslau. Trewendt 1886.

Hansel V.: Ueber basaltische Gesteine a. d. Gegend v. Weseritz und Manetin. — XIII. Jahrber. d. d. Staats-Realsch. Pilsen 1886.

Haushofer K.: Ueber einige mikroskop.-chem. Reactionen. Tellur — Selen — Wismuth — Sulfate v. Baryum u. Strontium — Bleisulfat u. Chlorblei. — Sitzber. d. k. bayr. Ak. d. Wiss. 1886.

Hecht B.: Ueber die Berechnung der Hauptmassen bei endlichen homogenen Deformationen krystallinischer Körper. — Zeitschr. f. Kryst.; XI, 5 u. 6, 1886.

Hillebrand W. F.: On Emmonsite, a ferric tellurite. — Proceed. Colorado Sci. Soc. II, 1885.

Iddings J. P.: On the occurrence of Fayalite in the lithophyses of obsidian and rhyolite in the Yellowstone National Park. M. 2 Fig. — Am. Journ. Sci. XXX, 1885.

Derselbe: The columnar structure in the igneous rock on Orange Mountain, N. J. M. I Taf. u. 6 Fig. — Ebenda, XXXI, 1886.

Derselbe und Whitman Cross: Widespread occurrence of Allanite as an accessory constituent of many rocks. — Ebenda, XXX, 1885.

Irving R. D.: Preliminary paper on an investigation of the Archaean formations of the Northwestern states. M. XI Taf. u. 35 Fig. — Ann. Report U. S. geolog. Survey 83/84; Washington 1885.

Karrer F.: Die Monumentalbauten in Wien und ihre Baumaterialien. — Monatsbl. d. Wissensch. Clubs. Wien 1886.

Klein C.: Beiträge zur Kenntniss des Leucits. — N. Jahrb. f. Min.; 1885, II.

Derselbe: Ueber die Ursache optischer Anomalien in einigen besonderen Fällen. — Ebenda.

Koch A.: Bericht ü. d. am Rande d. Gyaluer Hochgebirges i. der Kalotaszeg u. im Vlegyásza-Gebirge im Sommer 1884 ausgeführte geolog. Detail-Aufnahme. — Földtani Közlöny XV, 1885.

Derselbe: Uebersicht d. Mitth. üb. d. Gestein u. d. Mineralien des Aranyer Berges u. neuere Beobachtungen darüber. — Mathem. u. Naturwiss. Berichte aus Ungarn. III, 1886.

Langemann L.: Beitr. z. Kenntn. der Mineralien Harmotom, Phillipsit u. Desmin. M. II Taf. — N. Jahrb. f. Min. 1886, II. (Inaug.-Diss.).

Lehmann J.: Ueber die Mikroklin- und Perthit-Structur der Kalifeldspathe u. deren Abhängigkeit von äusseren z. Th. mechanischen Einflüssen. — Jahrb. d. Schles. Ges. f. vaterl. Cultur 1885.

Derselbe: Contractionsrisse an Krystallen. — Zeitschr. f. Kryst. XI, 1886.

Lemberg J.: Zur Kenntniss d. Bildung u. Umbildung v. Silicaten. — Zeitschr. d. d. geolog. Ges. 1885.

Liebisch Th.: Ueber die Totalreflection an doppeltbrechenden Krystallen. II. Abh. M. I Taf. — N. Jahrb. f. Min. 1886, II.

Mallard E.: Sur la theorie des macles. M. 8 Fig. — Bull. Soc. Franc. de Mineral. 1885.

Derselbe: Sur les hypothèses diverses proposées pour expliquer les anomalies optiques des cristaux. — Ebenda, 1886.

Digitized by Google

Mügge O.: Ueber secundäre Zwillingsbildung am Eisenglanz. M. I Taf. — N. Jahrb. f. Min. 1886, II.

Derselbe: Ueber einige Gesteine des Massai-Landes. — Ebenda, Beilage-B. IV.

Penfield S. L.: Crystallised Tiemannite and Metacinnabarite. M. 2 Fig. — Am. Journ. Sci. XXIX, 1885.

Rath, G. vom: Vorträge und Mittheilungen: Ueber Sardinien — Quarzkrystalle v. N.-Carolina — Vulcan. Punkte i. d. Counties Napa u. Lake (Calif.). M. 10 Fig. — Sitzb. d. Niederrh. Ges. f. Nat.- u. Heilkunde. Bonn 1885.

Derselbe: Mineralogische Notizen: 1. Einige neue Flächen am Quarz. 2. Ueber d. Andesin von Berge Arcuentu, Insel Sardinien. M. I Taf. — Festschr. d. Verh. f. Naturkunde. Cassel 1886.

O'Reilly J. P.: Alphabetical Catalogue of the earthquakes recorded as having occurred in Europe and adjacent countries, arranged to serve as a basis for an earthquake map of Europe. — Transact. Irish Acad. XXVIII, 1886.

Scacchi E.: Studio cristallografico del fluossimolibdato ammonico: $Mo\,O_2\,Fl_2 . 2\,NH_4\,Fl$. M. 3 Fig. — Rend. R. Acc. dei Lincei 1886.

Schmidt A.: Geologie des Münsterthales im badischen Schwarzwald. I.: Das Grundgebirge. M. I Karte. — Heidelberg. Winter 1886.

Schuster M.: Ueber d. Hemimorphismus des Rothgiltigerzes. — Verh. d. k. k. geolog. R.-A. 1886, 3.

Schwerdt R.: Untersuchungen über Gesteine d. chinesischen Provinzen Schantung u. Liantung. M. I Taf. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1886.

Stelzner A. und A. Schertel: Ueber den Zinngehalt und über d. chemische Zusammensetzung der schwarzen Zinkblende v. Freiberg. M. I Taf. — Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenwesen im Königreiche Sachsen. Freiberg 1886.

Struever G.: Forsterite di Baccano. M. 1 Fig. — Rend. R. Acc. dei Lincei 1886.

Vater H.: Krystallogr. Untersuchungen (Anhydrit v. Stassfurt — künstl. Eisenglanz etc.) M. 9 Fig. — Zeitschr. f. Kryst., X, 4, 1885.

Derselbe: Der Apparat von Warburg und Koch z. Bestimmung der Elasticitätscoëfficienten, sowie Anwendung dess. auf z. Axe senkrechte Platten v. Kalkspath u. Apatit. M. I Taf. — Zeitschr. f. Kryst. XI, 5. u. 6, 1886.

Voigt W.: Bestimmung d. Elasticitätsconstanten v. Beryll u. Bergkrystall. — Festschrift. Göttingen 1886.

Vrba K.: Beitrag z. einer Monographie des Stephanit. M. X Taf. — Sitzb. d. k. böhm. Ges. d. Wissensch. Prag 1886.

Derselbe: Vorläufige Notiz über den Cronstedtit v. Kuttenberg. M. I Taf. — Ebenda.

Walther J.: Vulcanische Strandmarken. M. 3 Fig. — Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 36 B. II, III, 1886.

Weisbach A.: Argyrodit, ein neues Silbererz. M. 3 Fig. — N. Jahrb. f. Min. 1886, II.

Weiss Ch. E.: Gerölle in u. auf der Kohle von Steinkohlenflötzen, besonders in Oberschlesien. — Jahrb. d. k. preuss. geolog. Landes-A. 1885. Berlin 1886.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien.

Digitized by Google

Fig 1.

Fig. 2.

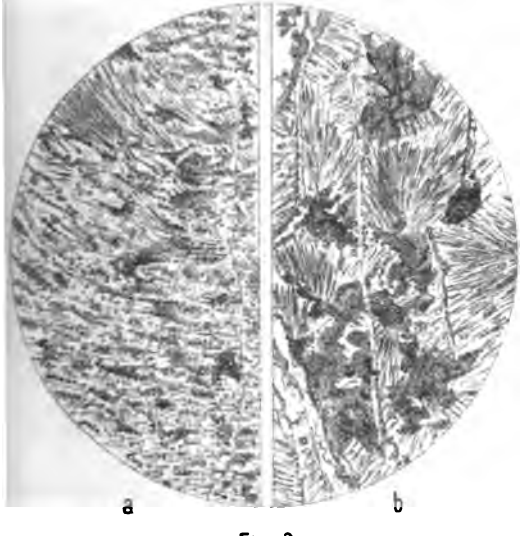


Fig 3.

Fig. 4.

E. Bertelson ad. nat. del. Lith. Inst. v. F. Koke in Wien

Tschermak: Mineralog. u. petrograph. Mittheilungen Bd VIII Heft 1.

Verlag von Alfred Hölder k.k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler.

Digitized by Google

THE ASTOR LIBRARY

Digitized by Google

VIII. Beitrag zur Petrographie des Hererolandes in Südwest-Afrika.

Von **Heinrich Wulf.**

Das dieser Untersuchung zu Grunde liegende Material wurde von Herrn Dr. Pechuël-Loesche auf seiner Reise im Hererolande vom Monat August bis Ende December 1884 gesammelt, dem mineralogischen Museum zu Leipzig geschenkt und durch die Güte des Herrn Geheimen Bergrathes Professor Dr. Zirkel mir zur Bearbeitung überlassen. Herrn Dr. Pechuël-Loesche bin ich für verschiedene Mittheilungen zu grösstem Danke verpflichtet.

Was die geognostischen Verhältnisse des Hererolandes [1]) betrifft, so sagt Pechuël-Loesche [2]): „Das Gebiet östlich von der Walfischbay bis zur Wasserscheide des Nosob und Tsoachaub jenseits Okahandya ist ein verschüttetes Gebirgsland. Seine Unebenheiten liegen unter Schuttmassen, vorzugsweise Grus und Sand, verborgen (pag. 821). Die Gesteine des Gebietes gehören mit unwesentlichen Ausnahmen der archäischen Formationsgruppe an. Gneisse, die vielfach in Lagergranit übergehen, herrschen vor; in manchen binnenwärts auftretenden Schichten derselben finden sich zahllose riesige Turmaline. Mit den Gneissen wechsellagern allenthalben in

[1]) Originalkarte des Herero- und Kaokolandes. Petermann's geogr. Mittheilungen. 1878. Taf. XVII.

[2]) Zur Kenntnis des Hererolandes. Das Ausland. 1886.

Digitized by Google

bedeutender Mächtigkeit Glimmerschiefer, die theils reich an Granaten sind, theils schöne Staurolithe in grosser Menge enthalten. In der Westhälfte des Gebietes bilden ferner ausgezeichnete weisse krystallinische Kalke sowohl schroffe Einzelberge wie Bergzüge und erscheinen nochmals weiter östlich in Schichten von geringer Mächtigkeit (1—5 Meter) den Gneissen eingelagert.

Die Schichten der Urgesteine streichen Süd-Nord oder in Richtungen, welche bis zu 45° nach Ost und West abweichen und sind vorherrschend steil aufgerichtet mit einer Steigung nach Westen. Allenthalben, besonders aber im westlichen Theile des Gebietes, werden sie in verschiedenen Richtungen von Basaltgängen durchsetzt, die grösstentheils nur 0·30—1·50 Meter mächtig sind. Kupfererze, die theilweise auch guten Silbergehalt besitzen, treten vielfach in Gängen und Nestern zu Tage. Auch Zink-, sowie besonders reiche Wolframerze kommen vor, vereinzelt auch Graphit. Gold ist nicht in beachtenswerther Menge gefunden worden.

An manchen Oertlichkeiten, in Einsenkungen wie auf Hochflächen, finden sich dichte graue Kalke, und zwar in Gestalt grosser flacher Nester oder Krusten, die zerklüftet und zerfallen im Grus eingebettet ruhen oder in Trümmern über demselben zerstreut liegen. Vermuthlich bildeten sie sich am Grunde von Wasseransammlungen, die später einen Abfluss fanden. Bei Otyimbingue lagern sie auch als kaum noch erkennbare Kappen auf einigen niedrigen, wallähnlich sich in der geneigten Ebene hinziehenden Erhebungen von Gneiss und Lagergranit. In grösster Ausdehnung und Mächtigkeit stehen sie an unmittelbar östlich vom Khanfluss bis jenseits Karibibs auf der Hochfläche, die zwischen dem Otyipatera und Erongo ostwärts zieht. In nördlichen Gebieten sollen sie allenthalben nicht minder mächtig anstehen, während sie im Ngamigebiet und der Kalahari eine nur oberflächlich bedeckte Schicht zu bilden scheinen, die darum wichtig ist, weil sie Wasser führt, das eingedrungene Regenwasser längere Zeit bewahrt.

Lateritboden findet sich auf der Hochfläche von Karibib, stellenweise auch um Kamugen, Osona und Okahandya, und dort sind auch allenthalben Termitenbauten, die den Grus- und Sandgebieten fehlen, zu beobachten. Die weiten Hochflächen der östlichen Wasserscheide, der Omaheke, wie auch die des Kaokofeldes im Norden und Nordwesten, dürften nach allen Berichten durchaus Lateritboden

Digitized by Google

besitzen. Schwemmland findet sich nur an den Abflussrinnen in einzelnen Partien am Tsoachanb, von vorwiegend 1—10 Hektar, sehr selten 20—25 Hektar Flächeninhalt verstreut, und zwar in Gestalt schmaler Uferleisten.

Ausserhalb des hier beschriebenen Gebietes, etwa 1·5 Breitengrade nördlich von Okahandya, ruht auf dem Urgestein eine gewaltige, steil nach Süden abstürzende Sandsteinmasse. Dort treten nie versiegende Quellen zu Tage, deren reichste Otyosondyopa genannt wird. Darum trägt jene Erhebung den Namen Waterberg. Auf den Karten ist sie nach einer der Quellen als Omuverume bezeichnet. Dem Waterberg ähnliche Sandsteinvorkommnisse sind sowohl im übrigen Norden als auch südwärts in den Namaländern und im Caplande bekannt. Vielleicht stimmen sie mit dem carbonischen Sandstein des Tafelberges überein. Die inselgleichen Massen dürfen als Reste einer mächtigen Decke von Sedimentgestein, die der Abrasion widerstanden, angesehen werden" (pag. 822).

Als Eintheilung vorliegender Gesteine in petrographischer Hinsicht ergibt sich Folgendes:

I. Eruptivgesteine:

1. Granit;
2. Diorit;
3. Basalt.

II. Krystalline Schieferformation:

1. Gneiss;
2. Glimmerschiefer;
3. Dioritschiefer;
4. Amphibolit;
5. Augitgneiss;
   a) Skapolithführender Augitgneiss;
   b) Wollastonitführender Augitgneiss;
6. Augitschiefer;
7. Körniger Kalk.

III. Sedimentärgesteine, Minerale und Erze.

IV. Zersetzungsproducte.

Digitized by Google

I. Eruptivgesteine.

Granit.

Bei der allgemeinen Verbreitung der Granite im Hererolande wird eine besondere Fundortsangabe nicht nöthig sein, am zahlreichsten scheinen sie zwischen Karibib und Otyimbingue anzustehen. Sie besitzen hier nach Dr. Pechuël-Lösche's Angaben concentrisch-schalige Absonderung, vorwiegend mittleres Korn und sind zuweilen schon stark verwittert. Den Hauptrepräsentanten bildet der Biotitgranit, bedeutend zurücktretend sind der sogenannte eigentliche zweiglimmerige Granit, der Amphibol- und Muscovitgranit, wenn wir bei letzterem von den grobkörnigen Ausbildungen, den Pegmatiten, absehen. Der Quarz enthält reichliche Flüssigkeitseinschlüsse, die bald in Reihen, bald auch regellos in ihm vertheilt sind. Sie führen sehr oft eine Libelle, bisweilen auch keine, in ersterem Falle ist dieselbe theils beweglich, theils unbeweglich. Von verschiedenen Interpositionen konnte ihre Kohlensäurenatur nachgewiesen werden. Ein vielleicht erwähnenswerther Flüssigkeitseinschluss fand sich in einem Hornblendegranit, derselbe enthält nämlich zu gleicher Zeit zwei Libellen und zwei würfelförmige Körper. Da bei Erwärmung nicht die geringste Aenderung vor sich ging, so dürfte an Kochsalz gedacht werden. Ueberhaupt sind hexaedrische Körper in den Flüssigkeitsinterstitien dieses Gesteins sehr verbreitet. Für den Quarz besonders charakteristische Einschlüsse sind die von verschiedenen Autoren erwähnten sogenannten Härchen, welche in dieser Form in keinem anderen Gemengtheil des Granites gefunden werden. Die Natur derselben ist noch sehr wenig bekannt. Zwar konnte Hawes[1]) die von ihm untersuchten durch Beobachtung von Uebergängen als Rutil feststellen, jedenfalls ist diese Erklärung aber nicht für alle Fälle giltig. In den mir zur Verfügung stehenden Präparaten von ungefähr 30 verschiedenen Graniten (Pegmatite eingerechnet) sind von den scheinbar undurchsichtigen und schwarzen Stäbchen allmälige Uebergänge zu dickeren ganz farblosen Nadeln wahrzunehmen, deren grösste Breite ungefähr 0·001 Millimeter beträgt. Jene Undurchsichtigkeit ist also auf die Art zu erklären, dass wegen der geringen Querdimension die beiderseitigen Grenzen ein und

[1]) Mineralogy and Lithology of New Hampshire. Concord. 1878, pag. 45.

Digitized by Google

desselben Individuums nicht auseinandergehalten werden können. Die ziemlich oft zu beobachtende nicht gerade Querabsonderung, die damit verbundene Zuspitzung der Bruchstücke, die Auslöschung parallel der Längserstreckung, die mit Rutil überhaupt nicht zu vereinigende Farblosigkeit der dickeren Mikrolithen scheinen mir für Sillimanit zu sprechen. Die allerfeinsten Härchen sind mannigfaltigen Knickungen unterworfen, wie sie von den feinen Fibrolithnadeln der krystallinen Schiefer schon lange bekannt sind. Die Löslichkeit dieser Gebilde in *HFl* kann bei ihrer Winzigkeit den Fibrolith nicht ausschliessen, da dieselbe Löslichkeit auch bei den eine sehr grosse Dünne besitzenden Nadeln des sogenannten Faserkiesels erfolgte. Besonders Auffallendes scheint mir in dieser Vermuthung nicht zu liegen, da ja der Sillimanit in Verbindung, selbst ganz inniger Verwachsung mit dem Quarz, so dass der Wirth zuweilen kaum als solcher erkannt wird, in den krystallinen Schiefern sehr verbreitet ist, für ein Beschränktsein dieses Zusammenauftretens auf letztere Gesteine aber vielleicht kein triftiger Grund beigebracht werden kann. Es soll natürlich hiermit nicht gesagt sein, dass die meisten oder alle diese Härchen zum Sillimanit gehören, da von vornherein wohl verschiedene Minerale dieser Ausbildung fähig sein können. Manche derselben sind sicherlich zum Apatit zu rechnen, wie ja auch Rosenbusch[1]) sagt, dass sich von einzelnen ihre Zugehörigkeit zum Apatit chemisch nachweisen lässt. Die Unterscheidung von Sillimanit und Apatit ist ziemlich leicht, der erstere besitzt einen viel grösseren Brechungsexponenten als der Apatit, ferner haben die Nadeln des letzteren Minerals gewöhnlich eine grössere Breite von 0·003—0·006 Millimeter, die Querabsonderung ist genau gerade, die einzelnen Bruchstücke sind nicht wie beim Fibrolith von einander getrennt.

Was die Feldspathe der Granite anlangt, so fehlt der Mikroklin in keinem derselben, in verschiedenen gewinnt er sogar bedeutend das Uebergewicht. Ausser ihm erscheint Orthoklas und ein Plagioklas, der meistens zum Oligoklas gestellt werden muss. Jedenfalls fehlen Labradorit und Anorthit vollständig, wie sowohl Beobachtungen von Auslöschungsschiefen als specifische Gewichtsbestimmungen ergaben. Letztere wurden so angestellt, dass das Gesteinspulver vom Glimmer mechanisch sorgfältig getrennt und in eine

[1]) Massige Gesteine. 1877, pag. 11.

Digitized by Google

Kaliumquecksilberjodidlösung vom specifischen Gewichte 2·65 des Quarzes gebracht wurde. Da bei diesem Concentrationsgrade der Lösung kein Theil des Pulvers fiel, so können die kalkhaltigsten Glieder der Feldspathgruppe nicht vorhanden sein. Ob neben dem Oligoklas noch Albit vorkommt, wurde in keinem speciellen Falle nachgewiesen. Manche Feldspathe zeigen perthitartige Ausbildung, unter ihnen neigt besonders der Mikroklin dazu. Auf diese Erscheinung werden wir noch genauer bei den Gneissen, weil dort dieselbe eine mehr typische ist, zurückkommen. Die Zersetzungserscheinungen der Feldspathgruppe sind schon zu genau und zu oft beschrieben, als dass diesen Ausführungen etwas Wesentliches hinzuzufügen wäre. Der Biotit ist durch Umwandlung öfters in einen grünlichen Glimmer übergegangen, die bekannten Rutilinterpositionen fehlen auch hier nicht. Die hornblendeführenden Granite charakterisirt das Auftreten von reichlichem Titanit. Der einzig vorhandene mittelkörnige Muscovitgranit von Otyikangokatiti (Klein-Barmen), zwischen dessen Blöcken heisse Quellen hervorsprudeln, zeichnet sich durch den geringen Gehalt an Plagioklas aus. Accessorische Minerale der Granite sind Magnetit, Apatit und Zirkon, letzterer wird zuweilen ziemlich häufig. Einer besonderen Betrachtung bedürfen wegen ihrer weiten Verbreitung die

Pegmatite.

Sie sind die grobkörnige Modification der Muscovitgranite. Es gehören hierhin Vorkommen von Localitäten südlich von Karibib am Wege nach Otyimbingue, von Orten am Wege von Salem nach Reed, ferner von den sogenannten drei Wällen, welche ungefähr 600 Meter nördlich von der Kirche zu Otyimbingue gelegen sind. Von letzterem Gestein ist angegeben, dass es ein 1 Meter mächtiges Riff neben den drei Wällen bildet, welches einen Granit in der Richtung von Osten nach Westen durchsetzt. Unter ähnlichen Verhältnissen scheinen auch die übrigen aufzutreten, da auch für sie die Riffbildung in ungefähr derselben Richtung erwähnt wird. In dem einen Handstück hat der Feldspath, in dem anderen der Quarz ziemlich bedeutende Dimensionen erreicht, so z. B. steigt ersterer bis Faust-, letzterer bis Wallnussgrösse heran. Eigenthümlich für alle diese Gesteine ist die Mikroklinnatur ihres Feldspaths; er besitzt fleischrothe Farbe und ist, wie das Mikroskop zeigt, bald mehr, bald minder zersetzt. Die Umwandlungsproducte, trübe Körnchen, bilden

Digitized by Google

regelmässig netzförmige und rechteckige Gestalten, welche der in basischen Schnitten bei polarisirtem Licht wahrzunehmenden gitterförmigen Streifung entsprechen. Letztere dem Mikroklin charakteristische Erscheinung ist zu sehr schöner Ausbildung gelangt, in Schliffen schief zu $0P$ geht sie allmälig in eine undulöse Auslöschung und geflammte Zeichnung über, in Schnitten parallel $\infty\breve{P}\infty$ verschwindet auch diese. Hier ist eine Unterscheidung von Orthoklas ziemlich schwer, als Anhaltspunkt könnte der verschiedene Bisectricenaustritt dienen, der beim Orthoklas senkrecht, beim Mikroklin aber ziemlich schief ist. In basischen Spaltblättchen wurde eine Auslöschungsschiefe von 15° gegen die Zwillingsgrenze beobachtet, in Schliffen, welche ungefähr parallel M angefertigt wurden, betrug dieselbe gegen die Kante P/M gerechnet 4—5°. Von fremden Einlagerungen finden sich Flüssigkeitseinschlüsse und feine schmitzenförmige Interpositionen, wie sie für den Mikroperthit charakteristisch sind, an die sich öfters Zersetzungsvorgänge anzuschliessen scheinen; ausserdem gehören hierher die bekannten unregelmässig umrandeten Schnüre einer triklinen Feldspathsubstanz. Letztere sind oft schon mit blossem Auge wahrzunehmen und dürften wegen ihrer Auslöschungsschiefe von 16—20° auf $\infty\breve{P}\infty$ zum Albit gerechnet werden. Ausser dem Mikroklin stellt sich noch Plagioklas ein, seine geringe Auslöschungsschiefe spricht für Oligoklas.

Der Quarz weist nichts Bemerkenswerthes auf, ausgenommen in dem Gestein von den drei Wällen; daselbst besitzt er eine recht eigenthümliche Ausbildung. Er erscheint nicht wie gewöhnlich als selbstständiges unregelmässiges Korn, sondern ist mit dem Feldspath schriftgranitartig verwachsen, wobei seine einzelnen Individuen schon makroskopisch im Handstück zwei Flächen erkennen lassen, welche ungefähr einen Winkel von 120° bilden und sehr stark gestreift sind. Es ist dies eine reine Oberflächenerscheinung, hervorgerufen durch oscillatorische Streifung, da in Schnitten nichts von derselben zu sehen ist. Interessant ist die Thatsache, dass der im Handstück unter dem Quarze liegende Feldspath, welcher hervortritt, wenn der Quarz herausgebrochen wird, diese Streifung im Abdruck auf's genaueste wiedergibt, eine Erscheinung, welche eine Ausscheidung des Quarzes vor dem Feldspath erweist. Apatit ist in diesen Gesteinen accessorisch. An die Pegmatite reihen sich naturgemäss grobkörnige Turmalingranite oder turmalinführende Pegmatite. Die Fundorte

Digitized by Google

der zugehörigen Gesteine sind Neu-Barmen und der Kaiser Wilhelms-Berg unweit Okahandya. Das letztere Vorkommen ist einer besonderen Erwähnung würdig. Das Gestein besteht aus grossen Quarzindividuen und bis beinahe $^1/_2$ Centimeter dicken Muscovittafeln. In diesem Gemenge sind bis $1^1/_2$ Decimeter lange und gegen $^1/_2$ Centimeter breite Turmalinsäulen parallel zu einander eingewachsen. Aggregiren sich letztere dicht zusammen, so können Massen von Turmalin entstehen, welche eine Breite von 5—6 Centimeter erreichen. Die einzelnen Turmalinsäulen sind dabei durch Glimmertafeln getrennt, die ganze Masse wird dadurch sehr leicht bröckelnd. Bisweilen erscheinen aber auch grössere Turmaline von mehreren Centimetern Dicke, welche vollständig compact sind. Diese beschriebenen grobkörnigen Partien gehen in einen grobkörnigen turmalinführenden Granit über. Sonstige accessorische Minerale ausser dem Turmalin, die anderswo in den Pegmatiten so häufig sind, wurden hier nicht gefunden. Einzelnen Pegmatiten, namentlich den zuletzt beschriebenen, dürfte wegen ihrer auffallenden Aehnlichkeit mit den Ausfüllungen der granitischen Gänge des sächsischen Granulitgebirges [1]) vielleicht eine ähnliche Entstehung zugeschrieben werden.

Diorit.

Das einzige mir zur Verfügung stehende Gestein ist ein Quarzdiorit, der südlich von Karibib am Wege nach Otyimbingue abgeschlagen ist. Da derselbe ziemlich grobkörnig ist, so lässt er seine Zusammensetzung aus weissem Feldspath, stark glänzender Hornblende, Glimmer, Quarz und Titanit schon auf den ersten Blick erkennen.

Der Feldspath vorwiegend trikliner Natur gehört gewöhnlich zum Oligoklas; verschiedene Beobachtungen von Auslöschungsschiefen über 20° zu beiden Seiten der Zwillingsgrenze deuten darauf hin, dass nebenbei noch kalkreiche Glieder der Feldspathgruppe vertreten sind.

Bei der Hornblende ist c blaugrün, b oder a gelblichgrün bis gelbgrün. Sie besitzt reichliche dunkle Erzeinlagerungen, welche bald einen mehr sechsseitigen, bald einen mehr rundlichen Umriss besitzen und bei genügender Dünne bräunlich durchscheinend werden.

[1]) Herm. Credner, Die granitischen Gänge des sächsischen Granulitgebirges. Z. d. d. g. G. 1875, pag. 104—223.

Digitized by Google

Die äussere Form und ihre Lichtdurchlässigkeit spricht gegen Magnetit. Die einzigen Minerale, welche noch in Frage kommen, sind Eisenglanz und Titaneisen. Um diese Frage zu entscheiden, wurde die Hornblende isolirt, mit kohlensaurem Kalinatron im Platinlöffel aufgeschlossen, die Schmelze in HCl gelöst und mit einer Lösung von H_2O_2 auf TiO_2 geprüft, jedoch vergebens. Die Einlagerungen sind somit Eisenglanz. Dem Glimmer eigenthümlich sind reichliche Interpositionen von Epidot. Der Quarz führt zahlreiche Mikrolithen, von denen manche der Hornblende, manche dem Apatit angehören. Sporadische Constituenten sind Titanit, Apatit und Magnetit.

Basalt.

Die Verschiedenheit der Vorkommen dürfte die gesonderte Behandlung motiviren.

Feldspathbasalt von Haikamehab.

Er durchsetzt in zahlreichen Gängen von 2 Meter bis 1 Centimeter Mächtigkeit das Hauptgestein seiner Umgebung, einen Granit. Aus der schwarzen dichten Grundmasse treten Feldspathleisten hervor. Das Mikroskop weist uns ein ziemlich feinkörniges Gestein auf.

An Grösse und Menge überwiegend ist der wasserklare Feldspath. Er präsentirt sich theils in Leisten, welche bis zu 1 Millimeter lang werden und nur 0·05 Millimeter Breite erlangen, theils aber auch in Rechtecken, in denen die Länge jene geringe Breite nur sehr wenig übertrifft. Zonarer Aufbau und sehr schön ausgebildete Zwillingsstreifung fehlen. Letztere ist bei vielen, auch starke Auslöschungsschiefe besitzenden Individuen gar nicht zu beobachten, andere bestehen aus zwei, höchstens drei verschiedenen Lamellen. Charakteristisch für den Feldspath ist ein eigenthümlich skeletähnlicher Aufbau. Dieser wird hervorgerufen hauptsächlich durch Einlagerungen von Augit im Centrum des Feldspaths, die sich in ihren Umrandungen ungefähr den Begrenzungen des Wirthes anschliessen, also gleichsam negative Krystalle im Feldspath, erfüllt von Augit. Dabei ist der Augit imprägnirt von Glas mit ausgeschiedenen dunklen Körnchen und sich nur zuweilen einstellendem Magnetit. Diese Interpositionen von Augit im Feldspath deuten darauf hin, dass der letztere Gemengtheil später auskrystallisirt ist als der Pyroxen.

Digitized by Google

Der Olivin ist vorwaltend in eine blassgrünliche serpentinöse Materie umgewandelt, welche Aggregatpolarisation aufweist. Besonders erwähnenswerthe Erscheinungen finden sich dabei nicht. Die ursprüngliche Substanz ist nur noch selten erhalten, und zwar sind immer die grösseren Individuen noch ziemlich frisch. Dem Olivin eigenthümlich sind Einlagerungen von durchscheinenden bräunlichen Octaedern von Picotit, die immer zu grösseren Aggregaten und Haufwerken zusammengelagert erscheinen. Sein Auftreten ist nicht allein an den Olivin geknüpft, sondern er findet sich sowohl im Feldspath als auch im Augit, kurz er ist überall verstreut. Ferner beherbergt das Magnesiaeisensilicat eine Menge Glaseier und Magnetit, der sich bei der Umwandlung des Olivins in Serpentin ausgeschieden hat.

Der Augit von lichtgelber Farbe besitzt unregelmässige Umrandungen, zeigt häufig einen Aufbau aus verschiedenen Zonen, enthält Magnetit, Glaseinschlüsse, hin und wieder Interpositionen mit einer Libelle; ob Flüssigkeits- oder Glaseinschlüsse hier vorliegen, konnte nicht bestimmt entschieden werden, vielleicht ist an erstere zu denken, da sie eine ziemlich dunkle Umrandung besitzen. Sehr oft tritt der Pyroxen nicht in diesen einzelnen Körnern auf, sondern bildet einheitliche Partien, in denen Feldspath und Olivin fast vollständig zurücktreten, Magnetit aber reichlich verbreitet ist.

Letzterer ist zugegen theils in einzelnen Körnern, theils in jenen zierlichen durch linienförmige Aneinanderreihung von Octaedern hervorgerufenen Aggregationsformen, wie sie Zirkel[1]) und Vogelsang[2]) eingehend geschildert und abgebildet haben.

Die Basis ist bald zwischen die Gemengtheile eingeklemmt, bald überzieht sie dieselben in feinen Häuten. Sie zeigt zweierlei Ausbildungen von Entglasung. Einerseits sind es zahlreiche dunkle Stäbchen und Netzwerke, welche in einem dunkelbraunen Glasteig gelegen sind. Ihre Gestalten sind sehr mannigfaltig und erinnern an die Beschreibungen Zirkel's.[3]) Andererseits sind es jene bekannten dunklen globulitischen Körnchen, während die Basis selbst farblos ist. Von diesen beiden Arten der Devitrification herrscht letztere bei weitem vor. Beim Kochen des Präparats mit

[1]) Basaltgesteine. 1869, pag. 67.

[2]) Archives néerlandaises. VII, 1872.

[3]) Mikrosk. Beschaffenheit der Min. und Gesteine. 1873, pag. 275.

Digitized by Google

concentrirter *HCl* verschwand Olivin, Magnetit und Basis, Feldspath sowohl als Augit wurden angegriffen, Picotit blieb in schönen Haufwerken zurück. Apatit konnte nur chemisch nachgewiesen werden. Aus der Beschreibung dieses Basaltes geht hervor, dass er in seiner Mikrostructur grosse Aehnlichkeit mit vielen sogenannten Anamesiten hat.

Basalt von Husab.

Der Feldspath dieses kryptomeren Gesteins hat ungefähr dieselben Dimensionen wie im vorigen, entbehrt jener skeletähnlichen Structur und zeigt sehr schöne Zwillingsstreifung. Erwähnenswerthe Interpositionen sind nicht zu finden. Der Augit übertrifft an Grösse alle anderen Gemengtheile, er tritt auf in fast wasserklaren bis lichtgelblichen unregelmässigen Schnitten, welche geringe Magnetit- und etwas zahlreichere Feldspatheinlagerungen führen; spärlich erscheinen Zwillinge.

Der Olivin ist schon sehr stark der Umwandlung anheimgefallen, zuerst scheint sich dabei Magnetit und Eisenhydroxyd auszuscheiden; letzteres fehlt auch oft. Dieser Ausscheidung folgt erst die Serpentinisirung. Die Magnesia des Olivins gibt somit vorwiegend zur Serpentinbildung Anlass, während das Eisen dem Magnetit seine Entstehung gibt, Picotit findet sich sehr spärlich. Das Erz des Gesteins ist zum grössten Theile Titaneisen, da bei längerer Behandlung des Schliffes mit concentrirter *HCl* kaum etwas verschwindet. Schliesslich ist noch der körnig entglasten Basis zu gedenken, welche in Form feiner Häutchen die übrigen Gemengtheile überzieht.

II. Krystalline Schieferformation.

Gneiss.

Blos Muscovit führende Gneisse fehlen vollständig. Nach der verschiedenen Textur können wir gewöhnlichen schieferigen, flaserigen und sogenannten knotigflaserigen Gneiss unterscheiden; letzterer entsteht aus dem flaserigen dadurch, dass grössere Feldspathkrystalle porphyrartig ausgeschieden sind. An Einschlüssen führt der Biotit hie und da Zirkone mit pleochroitischen Höfen. Der Quarz weist ähnliche Ausbildung auf wie in den Graniten. Auch eben denselben Feldspäthen wie dort begegnen wir, nämlich dem Orthoklas, Mikroklin und Plagioklas.

Digitized by Google

In einem Präparat eines quarzarmen Gneisses von Haikamchab, von dem aber leider nur ein abgesprengter Splitter vorhanden war, wurde die mikroperthitische Verwachsung zweier Feldspathe in einer noch nicht bekannten Grösse beobachtet. Eine geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnis von dieser Erscheinung ist von Becke[1]) gegeben. In dem vorliegenden Falle treten die Einlagerungen sofort durch ihr höheres Lichtbrechungsvermögen aus der umliegenden Substanz hervor. Sie finden sich sowohl im Mikroklin als Orthoklas. Ihre Gestalt in den Schnitten ist linsen- und spindelförmig; quer zu ihrer Längsausdehnung geht eine Spaltbarkeit, die mit der Spaltbarkeit des Wirthes nach $0P$ parallel läuft, ihre Länge beträgt 0·10 Millimeter, die Breite 0·02 Millimeter, die Länge steigt auch wohl bis 0·20 Millimeter. Sehr oft sinken sie aber auch zu so geringen Dimensionen herab, dass sie als solche nicht mehr unterschieden werden können. Der sie beherbergende Feldspath zeichnet sich alsdann durch undulöse Auslöschung aus. Die Abbildung dieser Erscheinung würde im Wesentlichen dieselbe sein wie die von Becke[2]) gegebene. Diese Einlagerungen löschen untereinander gleichzeitig, aber in einer anderen Richtung aus als ihr Wirth. Um die Natur derselben festzustellen, wurden die Auslöschungsschiefen in Bezug auf vorhandene Spaltbarkeiten des Feldspathes gemessen; wird die Auslöschungsschiefe des Wirthes mit (a), die der Einlagerungen mit (b) bezeichnet, so ergab sich beim Orthoklas a. 5°, b. 17°; a. 1°, b. 14°; a. 1°, b. 13°; beim Mikroklin a. 16°, b. 4°; a. 16° b. 3°; a. 15°, b. 3°. Die Beobachtungen stimmen also ziemlich genau mit denen von Dathe und Becke überein. Wenn wir aber mit ihnen die Einlagerungen als Oligoklas oder Oligoklasalbit ansehen, was durch jene Auslöschungsschiefen gerechtfertigt erscheint, so ist andererseits der vollständige Mangel einer abwechselnd farbigen Liniirung, wie sie auf Zwillingsstreifung hinweisen würde, hervorzuheben, welche — wenn vorhanden — hätte beobachtet werden müssen. Eine Täuschung kann bei der oben angegebenen Grösse nicht möglich sein. Becke und Dathe haben eine solche Zwillingsstreifung wahrgenommen. Dass mit der Zersetzung, wie

---

[1]) Die Gneissformation des niederösterr. Waldviertels. Diese Mitth. IV, pag. 196.

[2]) Idem Taf. II, Fig. 8.

Digitized by Google

Dathe[1]) sagt, die Anzahl der Querlinien in diesen Gebilden zunehme, konnte nicht gefunden werden. Uebrigens zeigen diese Mikroperthite noch eine andere Erscheinung, welche wahrscheinlich mit der Zersetzung zusammenhängt. Sie machen sich nämlich auf den ersten Blick kenntlich durch streifenweise Trübungen, welche bald selbst an die Einlagerungen gebunden sind, bald ihnen auch nur parallel laufen. Die Erklärung hiervon dürfte darin gesehen werden, dass an der Grenze der beiden Feldspathe die zersetzenden Wirkungen eine grössere Nachgiebigkeit finden als an den übrigen Stellen.

Eine eigenthümliche Umwandlung zeigt der Orthoklas in einem glimmerreichen Gneiss von der Hochfläche nördlich vom Tsoachaub- und westlich vom Khanfluss, welche in vieler Beziehung der Serpentinisirung des Olivins ähnelt. Sie nimmt ihren Anfang von der Peripherie und vorhandenen Spalten und gibt sich kund in ihrem Beginne durch — wie es scheint — wasserklare Fasern und Stacheln, die ungefähr senkrecht zu der Spalte nach allen Seiten hin ausstrahlen; in der Umgebung der Spalte werden dieselben allmälig zahlreicher und damit dichter und bilden eine hellgelbliche Substanz. Mit der weiteren Ausbildung dieser Materie geht schliesslich die lebhafte Polarisation des Feldspaths verloren und macht einer Aggregatpolarisation Platz. Möglicherweise gehört diese Substanz zu dem Pseudophit, von welchem v. Drasche[2]) und v. Zepharovich[3]) uns genaue Beschreibungen geliefert haben. Accessorische Minerale der Gneisse sind Magnetit, Apatit, Zirkon und in einzelnen Gesteinen Fibrolith. Letzteres Mineral wird sehr reichlich in dem Fibrolithgneiss von Sievenberg (16 Kilometer östlich von Otyimbingue) gefunden.

Derselbe bildet ein mittelkörniges Gestein, bestehend aus vorwaltendem Quarz und reichlichem Feldspath; in dieser Hauptmasse liegen hie und da Glimmerblättchen. Der Feldspath ist zum grössten Theile Orthoklas, daneben findet sich auch Plagioklas. Die Aus-

---

[1]) Beitrag zur Kenntnis des Granulits. Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellsch. 1882, pag. 27.

[2]) Ueber eine pseudomorphe Bildung nach Feldspath. Diese Mitth. 1873, pag. 125—128.

[3]) Ueber eine Feldspathmetamorphose von Ckyn in Böhmen. Diese Mitth. 1874, pag. 7—12.

Digitized by Google

löschungsschiefe der Zwillingslamellen gegen die Zwillingsgrenze von 2° in basischen Spaltblättchen stellt ihn zum Oligoklas. Vereinzelt wurde eine sehr schöne Verwachsung von Oligoklas und Quarz, der sogenannte Mikropegmatit, beobachtet. Die Unterscheidung von Quarz und Orthoklas ist wegen der ausgezeichneten Frische des letzteren in gewissen Fällen gerade nicht sehr leicht. Fehlen nämlich dem Orthoklas die mikroskopischen Einlagerungen einer fremden Feldspathsubstanz, und ist keine Spaltbarkeit zu sehen, so ist eine Verwechslung mit Quarz nicht unmöglich. Hierzu tritt, dass der Sillimanit in beiden gleichmässig vertheilt ist, was gerade nicht sehr häufig vorkommt; eine besondere Vorliebe für Quarz ist nicht angedeutet. Was die Eigenschaften dieses Fibrolith anlangt, so ist den Ausführungen Kalkowsky's[1]) nichts Wesentliches hinzuzufügen. An gewissen Stellen ist er zu einem derartig dichten Gewirr von Nadeln aggregirt, dass für die Zwischensubstanz vielleicht an Cordierit gedacht werden könnte, zumal da dieser vom Quarz unter dem Mikroskop — wenn noch unzersetzt — gerade nicht leicht unterschieden werden kann. Das vollständige Fehlen von Magnesia in dem von Biotit sorgfältig gesäuberten Gesteinsmateral muss jedoch diesen Gedanken beseitigen. Der Biotit bietet nichts Besonderes.

Von demselben Fundorte stammt ein Handstück, in welchem der Glimmer bedeutend das Uebergewicht erreicht; weisse, zwischen den Glimmerblättern liegende Flecke ergeben sich unter dem Mikroskope hauptsächlich als ein verworrenfaseriges, filziges Gewebe von Fibrolith. Die einzelnen Nadeln werden bisweilen so fein, dass sie als solche nicht erkannt werden. Die Natur des Wirthes ist schwer festzustellen, vielleicht dürfen wir ihn nach Analogie des Faserkiesels als Quarz erklären, unbedingte Gewissheit kann jedoch diese Vermuthung nicht erlangen, wie wir oben gesehen haben, wo der Fibrolith ebenso zahlreich im Feldspath als im Quarz vertreten war. Die bei weitem geringere Menge der weissen Flecke ist fibrolithfreier Feldspath.

Der Biotit ist nach allen Richtungen von Nadeln und Stäben des Sillimanits durchspickt, ausserdem enthält er sehr reichlich dunkle, regelmässig an einen Krystalleinschluss gebundene pleochroitische Höfe; kaum ein einziges Glimmerblättchen wird gefunden,

---

[1]) Die Gneissformation des Eulengebirges. Leipzig 1878, pag. 5.

Digitized by Google

welches derselben entbehrt. Ueber ihre Natur sind verschiedene Ansichten aufgestellt. Rosenbusch[1]), der mit ihnen wahrscheinlich identische Höfe in dem Cordierit, Andalusit, Muscovit etc. fand, sieht in denselben mit Professor Kundt, da sie beim Glühen verschwinden und noch verschiedene andere Eigenschaften besitzen, ein organisches Pigment. Michel-Lévy[2]) unterzog die pleochroitischen Höfe in den Biotiten einer genauen Untersuchung und constatirte, dass dieselben beim Glühen unverändert bleiben, während sie, mit concentrirter *HCl* behandelt, verschwinden. Nach diesen Beobachtungen erklärt er sie für eine Concentration oder Modification des den Glimmer selbst pigmentirenden Eisengehaltes. Gegen letztere Annahme wandte sich Williams[3]), er glaubt, schon ihre Form spreche gegen die Erklärung Michel-Lévy's, dass nämlich jene Umrandungen Anhäufungen eisenreicher Glimmermoleküle seien; seiner eigenen Anschauung zufolge müssten sie alsdann vielmehr einen den Begrenzungen des Wirthes entsprechenden, also hexagonalen Umriss besitzen. In Folge des Erhaltenbleibens beim Glühen hält er sie, indem dabei seine Erfahrungen mit den von Rosenbusch gemachten ebenfalls nicht übereinstimmen, für ein anorganisches Farbmittel. Da sich somit die Beobachtungen und die daraus gezogenen Schlüsse widersprechen, so wurden an dem vorliegenden Materiale die Versuche wiederholt, zumal die allgemeine und reichliche Verbreitung der Höfe in dem Biotit die Prüfung ihres Verhaltens sehr begünstigte. Zunächst wurden die Glimmerblätter gespalten, um sie durchsichtig zu erhalten, und auf dem Platindeckel geglüht; es stellte sich aber heraus, dass dieselben ziemlich undurchsichtig geworden waren. Diese Undurchsichtigkeit störte sehr die Erkennung des Verhaltens der Höfe. Um dieselbe in gewisser Hinsicht zu vermeiden, wurden nur sehr wenig Glimmerblättchen ausgewählt — deren Anblick genau studirt wurde. Nach vorsichtigem Glühen waren die Höfe selbst verschwunden, während ihr Centrum, ein Kryställchen, zurückgeblieben war. Andere

---

[1]) Die Steiger-Schiefer und ihre Contactzone an den Granititen von Barr-Andlau und Hohwald. Strassburg 1877, pag. 221 u. 222.

[2]) Sur les noyaux à polychroisme intense du Mica noir. Comptes rendus hebdomadaires. 1882, XCIV, Nr. 17, pag. 1196—1198.

[3]) Die Eruptivgesteine der Gegend von Tryberg im Schwarzwalde. N. J., Beilageband II, pag. 592.

Digitized by Google

Glimmerblätter wurden mit concentrirter *HCl* längere Zeit behandelt, wodurch die Höfe selbst entfernt wurden, nachdem der Glimmer gebleicht war. Die Einschlüsse wurden jetzt sehr deutlich; die lebhafte Polarisation, die Farblosigkeit, die Unlöslichkeit in *HFl* dürften für Zirkon, wofür sie auch Michel-Lévy erklärt hat, sprechen. Die Sache liegt also jetzt so, dass zwei Beobachter das Verschwinden, zwei das Erhaltenbleiben der Höfe constatirt haben, während alle, die überhaupt das Verhalten gegen *HCl* prüften, ihre Löslichkeit feststellen konnten.

Der Apatit, welcher auch häufig im Glimmer auftritt, zeigt diese Umrandung nicht, zwar findet er sich öfters zufällig in der Nähe solcher Höfe, aber das eigentliche Centrum der letzteren wird auch in diesem Falle von Zirkon gebildet.

Glimmerschiefer.

Von Glimmerschiefern standen mir verschiedene Vorkommen zur Verfügung; zwei fanden sich zu Neu-Barmen, in einem derselben ist reichlich makroskopisch erkennbarer Granat eingesprengt, seine gewöhnliche Länge beträgt 0·16 Millimeter, seine Breite 0·14 Millimeter. Ein anderes wurde 5 Kilometer westlich von Pot am Tsoachaubfluss anstehend vorgefunden, welches mit körnigem Kalke wechsellagert. In diesem Gestein führt der Biotit wieder jene pleochroitischen Höfe mit Zirkon, ausserdem aber auch zahlreiche, bei genügender Dicke lichtgelb erscheinende Interpositionen; bisweilen sind sehr schöne knieförmige Zwillinge zu beobachten, der Winkel der verzwillingten Individuen wurde gleich 115° gemessen. Die Farbe, die Zwillingsbildung, die lebhafte Polarisation sprechen für Rutil. Die Grösse des Rutils ist hie und da ziemlich bedeutend, so besass das eine Individuum eines Zwillings eine Länge von 0·03 Millimeter, das andere von 0·018 Millimeter, während sich die Breite gleich 0·009 Millimeter ergab. Ob sie jedoch primärer oder secundärer Natur sind, muss dahingestellt bleiben. Accessorisch ist Apatit, Zirkon und Turmalin, letzterer in schönen Krystallen; er erreicht eine Länge von 0·11 Millimeter und eine Breite von 0·08 Millimeter. An ein und demselben Orte finden sich nun verschiedene Varietäten dieses Glimmerschiefers. Es stellen sich z. B. rundliche bis ellipsenförmige graugrünliche Flecken ein, welche besonders deutlich auf den Schichtflächen zu erkennen sind. Unter dem Mikroskop ergeben

Digitized by Google

sie sich als ein verworren faseriges Gewebe feinster Sillimanitnädelchen, sie besitzen eine solche geringe Breite, dass die Grenzen ein und desselben Individuums kaum von einander unterschieden werden können. Die Rutilmikrolithen im Glimmer sind bedeutend zahlreicher, zugleich aber auch feiner. In diesem Gestein wurde auch die von Williams[1]) im Glimmerdiorit von Lippenhof bei Tryberg beschriebene Erscheinung wahrgenommen, dass nämlich die Nädelchen und Stäbchen des Rutil im Glimmer regelmässige Strichsysteme bilden, welche öfters unter einem Winkel von 60° angelegt sind. In wieder anderen Lagen tritt der Biotit immer mehr zurück, an seiner Stelle erscheint Kaliglimmer, der sogar das Uebergewicht erlangt. Zu gleicher Zeit stellen sich auf den Schichtflächen bis 5 Millimeter im Durchmesser messende Granaten ein; das Erz wird reichlicher, neben Magnetit findet sich ziemlich viel Ilmenit; Titanit und Epidot sind seltene Gäste. Wie für die Glimmerschiefer überhaupt, so ist auch für diesen die geringe Anzahl von Flüssigkeitseinschlüssen im Quarz charakteristisch. Hieran reiht sich der

Staurolith führende Glimmerschiefer,

welcher zwischen Okahandya und Otyosazu ansteht. Das Gestein ist ziemlich feinkörnig, die mittlere Korngrösse des Quarzes ist 0·06 Millimeter, der Glimmer besitzt bedeutend grössere Dimensionen. Sporadische Constituenten sind Apatit, Turmalin und Muscovit. In dieser so zusammengesetzten Masse sind zahlreiche Staurolithe eingewachsen, die gewöhnliche Länge und Breite loser Krystalle beträgt 1 Centimeter, ausnahmsweise nehmen sie auch bis zu 3 Centimeter zu. Bei den Zersetzungsprocessen sind sie widerstandsfähiger als ihre Matrix und treten so deutlicher auf der Oberfläche des Gesteins hervor. Sie erscheinen gewöhnlich in Zwillingen, es fungirt dabei regelmässig $\frac{3}{2}\breve{P}\frac{3}{2}$ als Zwillingsebene. Bis zu mikroskopischen Dimensionen sinkt der Staurolith niemals hinab. Lose Krystalle des Minerals gewährten unter dem Mikroskop einen sehr schönen Anblick. Der Pleochroismus ist sehr stark, c ist rothbraun, b oder a gelb. Spaltbarkeit und Flüssigkeitseinschlüsse fehlen, dafür enthält er aber reichliche fremde feste Einlagerungen. An erster Stelle steht unter

[1]) Die Eruptivgesteine der Gegend von Tryberg im Schwarzwalde. N. J. Beilageband II, pag. 617.

Digitized by Google

diesen der gewöhnlich in langgestreckten Formen erscheinende Quarz; er selbst beherbergt wieder verschiedene Mikrolithen, und zwar hauptsächlich Apatit. An Menge dem Quarz am nächsten kommt der Rutil, er bildet röthlich durchscheinende, mit Metallglanz versehene Körner und Säulchen, welche bis zu äusserster Winzigkeit hinabsinken. Der Granat tritt auf in grösseren rundlich umrandeten Partien und schliesst selbst Interpositionen von Quarz und Magnetit ein. Sonstige fremde Einschlüsse im Staurolith sind noch Magnetit, Biotit, Muscovit, spärlich Turmalin, man vergleiche in dieser Beziehung die Angaben v. Lasaulx's.[1]) Rutil und Granat fehlen in anderen losen angeschliffenen Krystallen, nicht minder in den im Schiefer steckenden Staurolithen sowohl als auch in dem Schiefer selbst. Das Auftreten dieser Mineralien in einzelnen der losen Staurolithe dürfte also so zu erklären sein, dass auch der sie früher umgebende Glimmerschiefer den Rutil und Granat accessorisch geführt hat.

Dioritschiefer.

Zu den Dioritschiefern sind solche hornblendeführende Schiefer gestellt, welche ziemlich viel Oligoklas enthalten. Es gehören dazu mittelkörnige Gesteine von Localitäten südlich von Karibib am Wege nach Otyimbingue und von der Kupfermine am Tsoachaub. Der Orthoklas nimmt bald mehr bald weniger an ihrer Zusammensetzung Theil. Die Hornblende besitzt ziemlichen Pleochroismus, es findet ein Wechsel der Farbe zwischen bräunlichgrün und blaugrün statt. Biotit und Titanit, letzterer ein constanter Begleiter der Hornblende fehlen kaum jemals. Apatit ist in diesen Gesteinen sehr reichlich verbreitet. Der Quarz kann ziemlich zahlreich vorhanden sein, verschwindet aber auch beinahe vollständig. Einer etwas genaueren Betrachtung ist eines jener zuerst genannten Gesteine würdig. An Quantität überwiegt die Hornblende, sie führt wieder jene schon vom Diorit bekannten Erzeinlagerungen, die hier noch bedeutend an Menge zunehmen. Sie sind wie dort, weil sie hexagonale Blättchen bilden und gleichzeitig durchscheinen, dem Eisenglanz zuzurechnen. Der Biotit wird gewöhnlich von der Hornblende eingeschlossen, eine gewisse Regelmässigkeit wurde dabei insofern beobachtet; als die Glimmerblätter in Längsschnitten sehr oft parallel

[1]) Ueber den Staurolith. Diese Mitth. 1872, II, 173 ff.

Digitized by Google

der Spaltbarkeit, in Querschnitten der Hornblende theils parallel, einer der dort zur Erscheinung gelangenden Spaltbarkeiten, theils diagonal zu ihnen und zugleich parallel der Zwillingsgrenze gelagert waren, so dass an eine regelmässige Verwachsung von Glimmer und Hornblende zu denken ist, wobei die Basis des Glimmers parallel zu ∞P und $\infty P\infty$ der Hornblende verläuft. Zwillingsbildungen des letzteren Minerals nach $\infty P\infty$ sind sehr häufig. Auch innige Verwachsungen von Biotit und Muscovit kommen vor, in ihnen löschen beide Mineralien zu gleicher Zeit aus. Der Apatit ist regelmässig durch eine staubähnliche Materie getrübt, letztere liegt im Centrum des Minerals und entspricht den Umrissen des Wirthes, die staubfreie Substanz bildet nur eine schmale Hülle. Mit Hilfe starker Vergrösserungen ergibt sich, dass dieselbe bald durch ziemlich rundliche Flüssigkeitsinterstitien hervorgebracht wird, bald auch durch parallel der Hauptaxe des Apatits verlaufende dunkle Striche, welche sowohl äusserst dünne Flüssigkeitseinschlüsse als leere Hohlräume sein können; die Unterscheidung ist jedenfalls schwierig. Sehr vereinzelt ist eine Spaltbarkeit nach ∞P im Apatit zugegen.

Amphibolit.

Diese krystallinen Schiefer unterscheiden sich von den Dioritschiefern durch den Reichthum an Quarz und ihr feineres Korn; der Feldspath, der in ihnen vorwaltend Orthoklas ist, tritt bedeutend zurück. Der Titanit bildet nicht wie dort grössere Partien, sondern erscheint in der bekannten tropfenähnlichen Form. Die Hornblende theilt die Eigenthümlichkeit mit dem Glimmer der Glimmerschiefer, dass sie auch — wenn gleich nicht so häufig — Zirkoneinlagerungen mit pleochroitischen Höfen besitzt. Mit analogen Erscheinungen machte uns R. Schwerdt[1]) bekannt. Der accessorische Glimmer tritt bald nur in Gestalt von Mikrolithen im Quarz auf, bald kommt er auch der Hornblende an Menge gleich. Das Erz ist gewöhnlich Magnetit, neben ihm stellt sich auch Eisenkies ein. Die zugehörigen Gesteine fanden sich 1 Kilometer östlich von Ahuawood am Tsoachaub (westlich von Koadaus) und auf der Kupfermine. Ein Handstück von Otyatyinguirira (3 Kilometer östlich von Otyimbingue) wurde als

[1]) Untersuchungen über Gesteine der chinesischen Provinzen Schantung und Liautung. Z. d. d. g. G. 1886, pag. 204.

Digitized by Google

Geröll im Flussbett gefunden und stammt wahrscheinlich aus Amphiboliten. Es bietet makroskopisch einen schönen bunten Anblick dar, hervorgerufen durch milchweissen Quarz, in dem röthliche Flecken von Granat, dunkelgrüne von Hornblende und hellgrüne von Epidot, wie sich unter dem Mikroskope herausstellt, liegen. Der Granat liebt es grössere zusammenhängende Partien zu bilden, fremde Einschlüsse in ihm sind Quarz und Erzpartikel. Ausser dem beinahe die Hälfte des Gesteins zusammensetzenden Quarze erscheint noch ziemlich zahlreicher Feldspath, und zwar sowohl Orthoklas als Plagioklas; ihr durchschnittliches Korn beträgt 0·15 Millimeter. Charakteristisch für diesen Schiefer ist der reichliche Epidot, seine gewöhnliche Grösse beträgt 0·1 Millimeter. Seine Farbe ist eine blassgrünliche bis nahezu farblose, wahrscheinlich hervorgerufen durch geringen Gehalt an Eisen. Pleochroismus ist kaum wahrzunehmen. In solchen Schnitten, welche nur eine Spaltbarkeit besitzen, findet sehr oft gerade Auslöschung statt, letztere sind daher zur orthodiagonalen Zone zu rechnen; die vorhandene Spaltbarkeit kann dabei sowohl parallel $0P$ als $\infty P\infty$ verlaufen. Diese Schnitte sind gewöhnlich nach einer Richtung, und zwar parallel der Spaltbarkeit gestreckt; zuweilen besitzen sie auch seitliche Endigungen, entstanden durch eine Hemipyramide oder ein Klinodoma. In Schnitten mit zwei Spaltbarkeiten dagegen ist die Auslöschung meistens schief dazu; der Winkel, den die beiden Spaltbarkeiten bilden, ist nach der zufälligen Lage eines bestimmten Individuums sehr variabel. Der Epidot neigt hier sehr zur Umwandlung, eine sich einstellende Trübung nimmt von den ihn durchsetzenden Spalten ihren Ausgang: das Zersetzungsproduct ist Kalkspath. Bevor es jedoch bis zu diesem Stadium gelangt, sind nicht mehr die üblichen intensiven Polarisationsfarben des Epidots sichtbar, sondern schwach bläuliche Farbentöne, welche unwillkürlich an die des Zoisits erinnern. Fremde Einlagerungen sind in ihm ziemlich verbreitet, dazu gehören Quarz und Titanit in Form rundlicher Körner. Letzteres Mineral scheint überhaupt zuerst zum Auskrystallisiren gekommen zu sein, da es sich als Einschluss in allen übrigen Gemengtheilen des Gesteins findet, so auch in der Hornblende. Letztere ist vielleicht noch deshalb erwähnenswerth, als ihre sehr in die Länge gestreckten Individuen regellos durcheinander gewachsen sind. Apatit mit sehr viel Flüssigkeitsinterpositionen ist zu den accessorischen Mineralien zu stellen.

Digitized by Google

Augitgneiss.

Als Augitgneisse gelten hier solche Schiefergesteine, welche neben Augit und Quarz sehr viel Feldspath enthalten, die Stelle des Feldspaths kann aber auch Skapolith und Wollastonit einnehmen.

Skapolith führende Augitgneisse.

Bevor wir zur Beschreibung derselben übergehen, wird es nicht unangebracht sein, zuvor einen kurzen Ueberblick über die geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnis vom Skapolith als Gesteinsgemengtheil zu geben. Wenn wir dabei von den Dipyren und Couseraniten der Pyrenäen, welche contactmetamorpher Bildung sind und eine eingehende mikroskopische Beschreibung von Zirkel[1]), Fischer[2]) und v. Lasaulx[3]) erfahren haben, absehen, so hat ihn zuerst Michel-Lévy[4]) als solchen entdeckt. Das betreffende Gestein stammt von den Apatitlagerstätten von Bamle bei Brevig und besteht aus Hornblende, Skapolith, Titanit, Magnetit und wenig Plagioklas. Törnebohm[5]) fand eben dasselbe Mineral in verschiedenen nordischen Gesteinen, so in einer orthitreichen Varietät des Epidotgneisses von Brunsberg in Wermland, in einem hornblendehaltigen Gneiss von Gottenvik in Ostgothland und in einem Augit, Feldspath und Quarz führenden Gestein aus dem Granulit der Insel Ornö. Becke[6]) beschreibt ihn aus mehreren Augitgneissen des niederösterreichischen Waldviertels, welche bald mehr bald weniger Kalkspath enthalten, Svedmark[7]) ganz neuerdings aus schwedischen

---

[1]) Beiträge zur geolog. Kenntnis der Pyrenäen. Zeitschr. d. d. g. G. 1867, pag. 202.

[2]) Kritische, mikroskopisch-mineralog. Studien. I. Fortsetzung. Freiburg i. Br. 1871, pag. 52.

[3]) Beiträge zur Mikromineralogie. N. J. 1872, pag. 848.

[4]) Sur une roche à sphène, amphibole et wernérite granulitique des mines d'apatite de Bamle près Brevig (Norvège). Bull. de la société géol. de France. 1878, I, pag. 43—46.

[5]) Ett par skapolitforande bergarter. Geologisk. Foreningens i Stockholm Forhandlingar. 1882, VI, Nr. 75, 193.

[6]) Die Gneissformation des niederösterr. Waldviertels. Diese Mitth. IV, pag. 365—386.

[7]) Om nagra Svenska skapolitförande bergarter. Geolog. Foren. i Stockholm Förhdl. 1884, VII, Nr. 89, pag. 293.

Digitized by Google

Amphiboliten[1]). Das Auftreten des Skapoliths ist somit an die krystallinen Schiefer gebunden, während er den Eruptivgesteinen als primärer Gemengtheil zu fehlen scheint. Auf den ersten Blick konnte zwar das von Michel-Lévy mikroskopisch und chemisch untersuchte Gestein dieser Behauptung widersprechen, wenn wir dasselbe mit Brögger und Reusch[2]) als eruptiv betrachten. Allein diese Bedenken müssen schwinden, seitdem Sjögren[3]) nachgewiesen, dass sich der darin befindliche Skapolith auf secundärem Wege aus dem Feldspath eines Gabbro gebildet habe, und ausführlich die Uebergangsformen des normalen in den umgewandelten sogenannten gefleckten Gabbro erörtert hat.

Was nun das Auftreten des vorliegenden Skapoliths anlangt, so erscheint derselbe in verschiedenen Augitgneissen, in denen das Mineral die Rolle des sonst in Gneissen regelmässig vertretenen Feldspaths mehr oder minder übernimmt. Wir haben es also hier mit einem ähnlichen Vorkommen zu thun, wie es Becke beschrieben hat; auch Amphibolite treten zuweilen in unmittelbarer Nachbarschaft auf. Jedenfalls haben diese Augitgneisse hier im Hererolande wie dort im niederösterreichischen Waldviertel nur eine untergeordnete locale Bedeutung in dem krystallinen Schiefergebiet. Die Fundpunkte der hier zunächst zur Beschreibung gelangenden, sehr skapolithreichen Gesteine sind die sogenannte Kupfermine und Husab am Tsoachaub. Wir wollen bei der Betrachtung derselben so verfahren, dass wir das Gestein der Kupfermine ausführlich erörtern und alsdann die geringen Unterschiede des anderen Vorkommens kurz anfügen.

Augit-Skapolithgneiss von der Kupfermine.

In dem grobkörnigen keine Andeutung von Schieferung zeigenden Handstück wechseln skapolithreiche und -arme und dem entsprechend augitarme und -reiche Partien. In denjenigen Theilen, in denen der fettglänzende Skapolith vorwaltet, kann man deutlich die ziemlich parallele Lagerung seiner Individuen beobachten, durch sie

---

[1]) Nachdem meine Untersuchungen abgeschlossen waren, hat Mügge (vergl. N. J. Beilageband IV, pag. 583) skapolithführende Amphibolite aus dem Massailande in Ostafrika kennen gelehrt.

[2]) Zeitschr. d. d. g. G. 1875, pag. 646.

[3]) Om de norska apatitförekomsterna och sannolikheten att anträffa apatit i Sverige. Geologiska Föreningens i Stockholm. Förhdl. 1882, VI, Nr. 81, pag. 469.

Digitized by Google

und eine ausgeprägte Spaltbarkeit des Minerals entsteht eine scheinbare Faserung. Selbstständige krystallographische Contouren fehlen dem Skapolith. Auf den ersten Blick könnte er mit Feldspath verwechselt werden. Plagioklas konnte es nicht sein wegen des Mangels der Zwillingsbildung, gegen Orthoklas sprach auch manches, namentlich das viel zu hohe specifische Gewicht. Der Augit von dunkelgrüner Farbe bildet ziemlich rundliche Körner.

Skapolith. Präparate, parallel der Längsausdehnung des Minerals angefertigt, weisen eine vollkommene Spaltbarkeit auf, parallel welcher Auslöschung stattfindet. Er ist von äusserster Frische und zeigt in diesen Längsschnitten gerade nicht sehr viel Erscheinungen, welche zur Identificirung mit dem Skapolith führen können. Ausgenommen sind die selbst in den dünnsten Schliffen, wo sich der Feldspath nur noch in grauen Tönen bewegt, sehr intensiven Polarisationsfarben. Sie erinnern am meisten an die des Muscovits. Diese lebhafte Polarisation in verhältnismässig sehr dünnen Schnitten auch dem Quarz gegenüber erklärt sich durch den grösseren Brechungsexponenten des Skapoliths, da aber zugleich seine Doppelbrechung grösser als beim Quarze ist, so nimmt die Intensität der Interferenzfarben mit wachsender Dicke ungleich schneller ab. In Querschnitten welche nicht ganz parallel $0P$ sind, werden zwei gleichwerthige mehr oder weniger zu einander rechtwinklige Spaltbarkeiten wahrgenommen. Die Auslöschung des Minerals findet auf diese bezogen in so gerichteten Querschnitten diagonal, d. h. möglichst schief statt. Liegt der Winkel der Spaltbarkeit nicht weit von 90°, so ist die Auslöschungsschiefe nicht weit von 45° entfernt. Nach dem Gesagten kann es sich hier nur um eine Spaltbarkeit parallel ∞P handeln, wo überhaupt schiefe Auslöschung stattfindet, da muss sie auf die Spaltbarkeit nach $\infty P\infty$ bezogen möglichst gering sein. Diese Beobachtung steht in Widerspruch mit der gewöhnlichen Ansicht, dass parallel $\infty P\infty$ die vollkommenere Spaltbarkeit des Skapoliths verlaufe. Um dieses von der bisherigen Anschauung, vergl. die Handbücher von Dana, Naumann-Zirkel, des Cloizeaux, Tschermak abweichende Resultat zu erklären, wurden verschiedene Skapolithprismen, z. B. von Arendal und von Eg bei Christiansand in Norwegen etwas schief zur Basis angeschliffen. Auch hier fanden sich zwei zusammengehörige ungefähr zu einander rechtwinklige Spaltbarkeiten, die Auslöschung erfolgte diagonal; auf

Digitized by Google

genau dasselbe Resultat führte die stauroskopische Untersuchung. Ausser dieser hier ebenfalls dem Protoprisma entsprechenden Spaltbarkeit war noch eine andere in diagonaler Lage zu der ersteren wahrzunehmen, welche aber keineswegs als vollkommen gelten kann, da sie nicht in gerader Linie, sondern äusserst unregelmässig verläuft. Zwar bricht das Mineral am besten nach $\infty P\infty$, aber gemäss jenem ungeraden Verlaufe sehr unterbrochen, so dass die Spaltbarkeit nach dem Deuteroprisma mehr als Absonderung zu gelten hat. Letztere wurde in vorliegenden Gesteinen nur selten beobachtet. In streng basisch getroffenen Individuen des Skapoliths in dem Augitgneiss von der Kupfermine, welche nur sehr spärlich gefunden wurden, kann natürlich von einer Auslöschungsschiefe nicht die Rede sein. Sie bleiben vielmehr bei einer vollen Drehung des Objecttisches vollständig dunkel und geben im convergenten polarisirten Lichte das Interferenzkreuz eines zur Hauptaxe senkrecht geschnittenen einaxigen Minerals. Um den Charakter der Doppelbrechung festzustellen, wurde zwischen Object und Analysator eine $^1/_4$ Undulationsplatte von Glimmer eingeschoben, anstatt des dunklen Kreuzes erschienen alsdann zwei schwarze Punkte in einander gegenüberliegenden Quadranten, deren Verbindungslinie parallel der optischen Axenebene des Glimmers verlief. Das Mineral ist somit optisch einaxig negativ. Die Polarisationsfarben der Querschnitte sind im Gegensatz zu denen der Längsschnitte sehr schwach, sie durchlaufen nur die Reihe der verschiedenen grauen Töne. Ausser jener vollkommenen Spaltbarkeit durchsetzen den Skapolith noch zahlreiche unregelmässige Klüfte und Spalten. Flüssigkeitseinschlüsse scheinen vollständig zu fehlen. Charakteristisch für vorliegenden Skapolith sind lange schmale Lamellen eines Erzes, welche aus der Auslöschung des Wirthes und der Anlage des Schliffes zu schliessen parallel der Hauptaxe des tetragonalen Minerals gelagert sind. Die Umrisse dieser Gebilde sind in Längsschnitten hexagonal, dabei besitzen aber zwei Seiten den anderen gegenüber eine bedeutende Verlängerung. Sie werden mit grauer und graublauer Farbe durchscheinend. Hie und da sind auch innerhalb derselben Linien zu beobachten, die man für Spaltbarkeit zu halten geneigt ist. Alle diese Charakteristika lassen an der Natur dieser Mikrolithen als Eisenglimmer (Fe_2O_3) keinen Zweifel, die beschriebene scheinbare Spaltbarkeit ist also der Absonderung des Hämatits noch dem Grundrhomboeder zuzuschreiben.

Digitized by Google

Besonders reichlich treten diese Interpositionen in dem Skapolith des Augitgneisses von Husab auf und rufen seine graublaue Farbe hervor. Dunkle Einlagerungen im Skapolith wurden schon früher sehr oft beobachtet, massenhaft erscheinen sie in den Couseraniten und sind vorwiegend daselbst Kohlenstoff; Tschermak[1]) hält die der typischen Skapolithe für irgend ein eisenhaltiges Mineral oder Pyrit. Ausserdem finden sich in vorliegendem Skapolith farblose Einlagerungen, welche in Längsschnitten eine sechsseitige Begrenzung mit vorwiegender Entwicklung zweier Seiten besitzen. Oft sind dieselben an den Enden auch abgerundet. Sie rufen im polarisirten Licht ein wahrhaft prächtiges Bild hervor, zumal, wenn sie, wie das öfters der Fall ist, zu zahlreichen Individuen eng zusammengelagert sind. In dem in den lebhaftesten Farben spielenden Skapolith zeigen diese Interpositionen keine einheitliche Farbe, sondern die Newton'schen Farbenringe. Die Erklärung dieser Erscheinung konnte erst durch Vergleich mit Querschnitten gefunden werden. Hier stellte es sich deutlich heraus, dass wir es mit Durchschnitten linsenförmiger Körper zu thun haben, sie erscheinen daselbst in Form rundlicher Gebilde. Ferner ist oft ihre Oberfläche bei einer Einstellung der Mikrometerschraube auf den umliegenden Skapolith grösser als in tieferen oder höheren Einstellungen, über den verschwindenden Theil greift Skapolith hinüber. Die zahlreichen Flüssigkeitseinschlüsse in diesen Einlagerungen, welche ihnen in den Längsschnitten ein durchlöchertes Aussehen geben, sprechen mit grosser Wahrscheinlichkeit für Quarz. In den Querschnitten treten die Interferenzfarben mehr zurück und es zeigt sich oft die bekannte Polarisationsfarbe des Quarzes. Das einzige Mineral, um das es sich vielleicht noch handeln könnte, wäre Feldspath, dagegen spricht aber der vollständige Mangel einer Spaltbarkeit. Derartige Interpositionen sind meines Wissens bis jetzt im Skapolith noch nicht beschrieben. Bei der Umwandlung des Minerals bilden sich von den es durchsetzenden Spalten und Klüften faserige Gebilde, welche sich senkrecht zu diesen stellen. Ihre Natur blieb unbekannt. Zuweilen sind grössere Partien schon stark getrübt, in ihrem Aussehen bieten dieselben sehr viel Aehnlichkeit mit der vom Feldspath bekannten Kaolinbildung. Besonders auffallend kann uns dies nicht

[1]) Die Skapolithreihe. Berichte der kais. Akad. der Wissenschaften zu Wien. Math.-Naturw. Classe. 1883, I, 88, pag. 1149.

Digitized by Google

erscheinen, da ja der Skapolith dem Feldspath in seiner chemischen Zusammensetzung sehr nahe kommt. Hie und da in ihm liegende grössere oder kleinere Epidotpartikel dürften auch wohl dem Skapolith ihre Entstehung verdanken. Umwandlung von Wernerit in Epidot beschreiben Forchhammer[1]), G. Rose[2]), Bischof[3]) und Blum.[4]) In Betreff dieser Bildung sind hier vielleicht ähnliche Hypothesen angebracht, wie sie A. Schenk[5]) für die Entstehung des Epidot aus dem Feldspath gemacht hat. Die Mitwirkung des Augits wird bestätigt durch die Beobachtung, dass zuweilen von den Grenzen des schon zersetzten Augits nach allen beliebigen Richtungen auf den Klüften des Skapoliths Epidotstrahlen ausgehen. Das Einzige, was dem Skapolith zur Epidotbildung fehlt, ist der Eisengehalt. Derselbe kann nun durch kohlensäurehaltige Gewässer aus dem Augit ausgelaugt sein; an anderen Stellen, die ziemlich weit von Augit entfernt sind, verliert diese Voraussetzung ihre Giltigkeit, hier können vielleicht die Eisenglanzinterpositionen das nöthige Eisen geliefert haben. Was das chemische Verhalten des Skapoliths anlangt, so wird derselbe von conc. *HCl* ziemlich angegriffen. Um Material für die chemische Analyse des Skapoliths zu bekommen, wurde das specifische Gewicht einer kleinen, von Quarz freien Probe des Skapoliths vermittelst der Westphal'schen Wage bestimmt, und zur Trennung der Gemengtheile die Thoulet'sche Lösung auf diese Concentration gebracht. Es fiel alsdann sowohl der Augit, als die mit Augit verunreinigten Theilchen; wurde hierauf das specifische Gewicht der Lösung um ein Geringes erniedrigt, so wurde ein Material erhalten, welches zur Analyse benutzt werden konnte, da die mit Quarz imprägnirten Theile in der Lösung suspendirt blieben. Eine Entfernung der geringen Eisenglanzeinlagerungen aus dieser Substanz war nicht möglich, da eine kurze Behandlung mit *HCl* auch den Skapolith energisch angreift. Die chemische Analyse des so getrennten Skapoliths ergab:

---

[1]) Journal für prakt. Chemie. 36, 403, 1845.

[2]) Zeitschr. der deutsch. geolog. Gesellsch. 1864, pag. 6.

[3]) Chemische Geologie. II, pag. 541.

[4]) Pseudomorphosen. I, 61; II, 46; III, 117.

[5]) Die Diabase des oberen Ruhrthales und ihre Contacterscheinungen mit dem Lenneschiefer. Inaugural-Dissert. Bonn 1884.

Digitized by Google

I.

SiO_2	52·62
Al_2O_3	26·42
Fe_2O_3	Spuren
CaO	13·11
Na_2O	6·62
K_2O	0·45
Cl	0·10
SO_3	0·79
Glühverlust	0·43
	100·54

Specifisches Gewicht 2·683 bei 12° C.

Die Analyse des Skapoliths aus dem Gestein von Husab, welche ich hier schon anfügen will, hatte bei einem specifischen Gewichte von 2·682 bei 12° C. folgendes Resultat:

II.

SiO_2	53·24
Al_2O_3	25·60
Fe_2O_3	Spuren
CaO	12·83
Na_2O	7·03
K_2O	0·47
Cl	0·12
SO_3	0·66
Glühverlust	0·50
	100·45

Die specifischen Gewichte wurden vermittelst der Westphalschen Wage bestimmt. Die einzige bis jetzt bestehende Analyse von gesteinbildendem Skapolith ist die des Skapoliths von Bamle von Michel-Lévy[1]), sie ergab:

[1]) Sur une roche à sphène, amphibole et wernérite granulitique des mines d'apatite de Bamle près Brevig (Norvège). Bull. de la société géol. de France. 1878, I, pag. 44.

Digitized by Google

SiO_2	59·66
Al_2O_3	22·65
CaO	7·32
MgO	2·60
Na_2O	8·13
K_2O	schwache Spuren
P_2O_5	merkliche Spuren
Summe	100·36

Specifisches Gewicht 2·63.

Diese Analyse zeigt zwar grosse Abweichungen von den obigen, stimmt aber ebenso wie diese ziemlich gut mit der Tschermakschen Theorie über die Zusammensetzung des Skapoliths überein. Die Geschichte des Vorkommens von Bamle ist eine recht eigenthümliche.

Eine genaue Beschreibung desselben wurde uns zuerst von Brögger und Reusch[1]) gegeben, sie bezeichnen das Gestein als gefleckten Gabbro; sein Aussehen sei dem des Forellensteins ähnlich, es bestehe aus Hornblende und aus weissem bis grünlich weissem Labradorit, Spaltungsrichtungen fehlten, sein Aussehen erinnere an Quarz. Zur Begründung ihrer Behauptung, dass hier Labradorit vorliege, wird eine unvollständige Analyse von Wlengell beigefügt. Michel-Lévy, ohne diese Arbeit zu kennen, lieferte eine ausführliche Beschreibung desselben Gesteins, fand aber eine abweichende chemische Zusammensetzung des fraglichen Minerals. Auf Grund der Analyse und der optischen Eigenschaften erklärt er dasselbe als Wernerit. Lang[2]) bezeichnet mit dem Namen „gefleckter Gabbro“ ein anderes Gestein, während sein dunkler Gabbro mit dem obigen gefleckten übereinzustimmen scheint. Er sagt wörtlich (pag. 502): Von dem feldspathigen Gemengtheil desselben bleibt die Natur als Plagioklas noch zu erweisen; durch das optische Verhalten (Auslöschung bei Parallelstellung der vorwaltenden und gut ausgesprochenen Spaltrichtung zu einer Nicol-Diagonale) wird man eher an ein rhombisches Mineral (Prehnit) erinnert. Zu gleicher Zeit kritisirt er die Analyse Wlengell's insoferne, als sie unvoll-

[1]) Vorkommen des Apatit in Norwegen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1875, pag. 647 u. 648.

[2]) Ein Beitrag zur Kenntnis norwegischer Gabbros. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1879, 484—503.

Digitized by Google

ständig ist; jedoch auf die keineswegs für Labradorit, wohl aber für Skapolith sprechende chemische Zusammensetzung und das specifische Gewicht hat er nicht aufmerksam gemacht.

Wir sind also wegen Mangel ähnlicher Analysen von gesteinbildendem Skapolith bei einer Vergleichung angewiesen auf Analysen anderweitiger Skapolithvorkommnisse, welche nicht diese Rolle spielen. Hier zeigen nun die grösste Uebereinstimmung verschiedene Analysen von Sipöcz[1]), auf welche sich hauptsächlich Tschermak bei seiner Discussion über die chemische Zusammensetzung des Skapoliths stützt. Dieselben sind:

Skapolith von Malsjö Specifisches Gewicht 2·675		Skapolith von Gouverneur Specifisches Gewicht 2·660	
SiO_2	52·48	SiO_2	52·65
Al_2O_3	25·56	Al_2O_3	25·31
FeO	0·39	FeO	0·11
CaO	12·44	MgO	0·23
Na_2O	6·52	CaO	11·30
K_2O	0·79	Na_2O	6·64
Cl	1·70[2])	K_2O	1·58
SO_3	0·58	Cl	2·14[2])
CO_2	0·14	SO_3	0·14
H_2O	0·61	CO_2	—
		H_2O	0·42
Summe	101·21	Summe	100·53

Beim Vergleich der Analysen ergibt sich eine ziemlich grosse Uebereinstimmung; der einzige auffallende Unterschied findet sich im Chlorgehalte. Derselbe wurde bei den Skapolithen der afrikanischen Gesteine so bestimmt, dass das Mineral mit kohlensaurem Kalinatron aufgeschlossen und dann statt wie gewöhnlich mit HCl mit HNO_3 behandelt wurde. Diese Abweichung kann uns nicht allzusehr auffallen, da sowohl Rammelsberg[3]) als Streng[4]) die Frage nach dem Chlorgehalt der Skapolithe noch nicht als abgeschlossen betrachten. Das Eine gesteht auch Rammelsberg zu,

[1]) Diese Mitth. IV, pag. 266 u. 269.

[2]) Diese Chlormengen sind in der Tschermak'schen Arbeit veröffentlicht.

[3]) Ueber die Gruppe des Skapoliths. Sitzungsberichte der kön. preuss. Akademie der Wissensch. zu Berlin. 18. Juni 1885, pag. 589.

[4]) Referat zu letzterer Abhandlung. N. J. 1886, pag. 197.

Digitized by Google

dass im Allgemeinen mit dem Wachsen des Natrium auch das Chlor zunehme. Aus den beiden Analysen geht jedenfalls hervor, dass mit steigendem Calciumgehalte sich die Menge des Natriums vermindere, wie schon G. vom Rath gefunden hatte. Aus Analyse I berechnet sich $Al_2O_3 : CaO + Na_2O = 3 : 4{\cdot}03$, aus Analyse II $3 : 4{\cdot}16$. Die Tschermak'sche Theorie verlangt 3 : 4. Der Analyse I kommt am nächsten ein Skapolith, bestehend aus 50% Mejonit- und 50% Marialithsubstanz, die Zusammensetzung desselben ist berechnet:

SiO_2	52·07
Al_2O_3	26·43
CaO	12·54
Na_2O	7·33
Cl	2·10
Summe	100·47

Der Analyse II kommt am nächsten ein Skapolith, bestehend aus 45% Mejonit- und 55% Marialithsubstanz; die berechnete Zusammensetzung eines solchen ergibt:

SiO_2	53·17
Al_2O_3	25·62
CaO	11·29
Na_2O	8·07
Cl	2·31
Summe	100·46

Der Augit des Gesteins besitzt merklichen Pleochroismus, die Farben wechseln zwischen gelbgrün und dunkelgrün; seine Auslöschungsschiefe auf $\infty P\infty$ steigt bis zu 47°. In Querschnitten ist oft eine ausgezeichnete, ungefähr rechtwinklige Spaltbarkeit zu beobachten, daneben findet sich eine geringe Andeutung einer Absonderung nach dem Orthopinakoid. Er ist noch ziemlich frisch. Als Umwandlungsproducte haben sich zuweilen stärker pleochroitische Partikel gebildet; in einem besonderen Individuum war der ursprüngliche Augit vollständig verschwunden, an seine Stelle war Uralit getreten. Ferner hat der Augit Epidot seine Entstehung gegeben. Letzterer scheint sich vorwiegend in der Peripherie des Augits zu bilden, so dass jedenfalls der umliegende Skapolith das Seinige zu seiner Bildung beiträgt. Die chemische Analyse dieses ebenfalls mit Thoulet'scher Lösung getrennten Augits ergab:

Digitized by Google

III.

SiO_2	48·23
Al_2O_3	2·73
FeO	18·75
MnO	Spur
CaO	22·82
MgO	6·43
Na_2O	1·40
Summe	100·36

Specifisches Gewicht 3·37 bei 10 *C.*

Der vorstehenden sehr ähnliche Analysen sind neuerdings nicht veröffentlicht, am nächsten möchte ihr vielleicht die des Diopsid von Nordmarken von Doelter[1]) kommen, welche folgendes Resultat hatte:

SiO_2	50·91
Al_2O_3	0·17
FeO	17·34
Fe_2O_3	0·76
MnO	0·21
CaO	22·93
MgO	7·21
Summe	99·63

Aus Analyse III berechnet sich:

		Quotienten	Atomverhältnisse
Si	22·51	0·8040	57 (56)
Al	1·55	0·0568	4
Fe	14·59	0·2605	18
Ca	16·30	0·4075	27
Mg	3·86	0·1608	11
O	41·19	2·574	180 (174)

Hier ist also $Ca < Fe + Mg$, wie es die Tschermak'sche Theorie für thonerdehaltige Augite verlangt. Schreiben wir statt 57 *Si* 56 und statt 180 *O* 174 — letzteres ist deshalb nicht unstatthaft, weil wir *O* aus der Differenz berechnet, bei der Analyse aber nur 98·96 Procent, abgesehen von den Alkalien, erhalten haben — so kommt dieser Analyse am nächsten die Mischung:

[1]) Ueber Diopsid. Diese Mitth. I, pag. 60.

Digitized by Google

$$\left\{\begin{array}{l} 18\,CaFeSi_2O_6 \\ +\ 9\,CaMgSi_2O_6 \\ +\ 2\,MgAl_2SiO_6 \end{array}\right.$$

oder

$$\left\{\begin{array}{l} 45\,\overset{II}{R}_2Si_2O_6 \\ +\ 2\,\overset{II}{R}\overset{VI}{R}SiO_6, \end{array}\right.$$

was ungefähr einer procentarischen Zusammensetzung von:

65·53 Kalkeisensilicat
29·13 Kalkmagnesiasilicat
5·24 Thonerdesilicat

gleichkommt; direct aus der Analyse berechnet sich, wenn denen Doelter's[1]) entsprechende Annahmen gemacht werden:

65·00 Kalkeisensilicat
29·60 Kalkmagnesiasilicat
5·40 Thonerdesilicat.

Zu den mehr zurücktretenden Gemengtheilen des Gesteines gehört der trikline Feldspath; er musste nach der von Michel-Lévy[2]) angegebenen Methode dem Albit zugerechnet werden. Einer besonderen Erwähnung bedürfen zwei Zwillingsbildungen desselben, welche wahrscheinlich nach dem Albit- und Periklingesetz erfolgen. Zu den accessorischen Mineralen ist auch der Quarz mit seinen zahlreichen Flüssigkeitseinschlüssen zu stellen. Ferner gehört dahin sehr spärlicher Apatit und Muskovit.

Skapolith-Augitgneiss von Husab.

Der einzig erwähnenswerthe Unterschied von dem eben behandelten Vorkommen findet sich in der grösseren Betheiligung von Quarz und Feldspath an der Gesteinszusammensetzung. Letzterer ist vorwiegend triklin, hin und wieder auch monoklin. Der Skapolith bildet eine Art von Grundmasse für die übrigen Gemengtheile, sein mittleres Korn beträgt 0·5 Millimeter; seine bläuliche Farbe und ihre Entstehung sind schon oben angedeutet. Der Augit ist zugegen in Form einzelner Körner und tritt sehr gegen den Skapolith zurück, weshalb zur Analyse des ersteren kein genügendes Material zusammengebracht werden konnte. An demselben Fundorte treten

[1]) Ueber Diopsid. Diese Mitth. I, pag. 52.

[2]) De l'emploi du microscope polarisant à lumière parallèle pour l'étude des roches éruptives. Paris 1877. Ann. des mines (7). XII, 451 ff.

Digitized by Google

in einem mikroklinreichen, Augit und Titanit führenden Gestein Einlagerungen auf, welche vorwiegend aus Granat und Augit zusammengesetzt sind.

Es können in denselben die beiden Gemengtheile ungefähr zu gleichen Theilen vorhanden sein, und sie erinnern dann sehr an Eklogit, oft erhält aber auch der Granat bedeutend das Uebergewicht, so dass Granatfels ähnliche Gesteine resultiren. Diese Einlagerungen führen nun auch den Skapolith. Ausser jenen herrschenden Bestandtheilen Granat und Augit erscheint nämlich Quarz und Skapolith. Letzterer gibt sich hier wieder durch seine gerade Auslöschung, sehr lebhafte Polarisationsfarben und jene Einlagerungen von Eisenglanz kund. Flüssigkeitseinschlüsse fehlen vollständig. An einzelnen Stellen ist derselbe schon sehr stark getrübt; in diesen allein den Skapolith zu erkennen würde wohl schwer möglich sein, man wäre geneigt, ihn für stark zersetzten Feldspath mit Neubildung von Epidot zu halten. Nur die Beobachtung der Uebergänge vermag auch hier die Zersetzungsproducte, Kalkspath und Epidot, auf ursprünglichen Skapolith zurückzuführen. Der Augit besitzt wie in jenen beschriebenen Gesteinen deutlichen Pleochroismus und sehr starke Auslöschungsschiefe. Er neigt sehr zur Umwandlung: Kalkspath hat sich in Flitterchen, ebenso Hornblende auf seine Kosten gebildet. Der Granat weist eine sehr helle Färbung auf und enthält reichlich Einschlüsse der ihn begleitenden Minerale Quarz, Augit und Skapolith. In einem nur aus Quarz und Granat bestehenden Handstück nimmt der Skapolith sehr grosse Dimensionen an, wofür der Umstand sprechen mag, dass ich ein Präparat von sozusagen reinem Skapolith mit einer Fläche von einem Quadratcentimeter anzufertigen vermochte.

Einen Uebergang zu solchen Augitgneissen, welche des Skapoliths vollständig entbehren, liefert uns ein solcher, der 1 Kilometer westlich von Ahuawood anstehend gefunden wurde. Der Quarz dieses graugrünen mittelkörnigen Gesteins führt zahllose Flüssigkeitseinschlüsse und Interpositionen der mit ihm verbundenen Minerale Titanit und Augit. Jedenfalls gehört der Feldspath zu den kalkhaltigsten Gliedern. Derselbe fiel nämlich bei einem Concentrationsgrade der Thoulet'schen Flüssigkeit, bei dem Labradorit noch schwamm. Ob wir es jedoch mit Labradorit oder Anorthit zu thun haben, kann nicht mit Sicherheit entschieden werden. Wegen seiner

Digitized by Google

gewöhnlichen starken Umwandlung ist er zur Beobachtung von Auslöschungsschiefen nur selten geeignet. Wenn solche gemessen werden konnten, gaben auch sie wegen der geringen Anzahl zur Beobachtung gelangender Fälle keinen sicheren Aufschluss. Die Auslöschungsschiefen zu beiden Seiten der Zwillingsgrenzen ergaben bald über 30°, bald auch nur gegen 20°. Das einzige Auskunftsmittel wäre vielleicht eine Analyse, sie würde jedoch keinen besonderen Werth haben, da in Folge der starken Zersetzung des Minerals keine sicheren Schlüsse aus derselben gezogen werden könnten. Die Umwandlungsproducte des Feldspaths sind Kalkspath und Kaolin. Ausser dem gewöhnlichen grünen Augit findet sich in diesem Schiefer noch ein anderes beinahe farbloses Pyroxenmineral. Dasselbe zersetzt sich sehr leicht, seine Polarisationsfarben sind in den schon angegriffenen Partien schwachbläuliche. Bei der Umwandlung entstehen auf der Oberfläche zahlreiche Kalkspathblättchen. Solche Schnitte, welche nur eine Spaltbarkeit aufweisen, besitzen eine starke Auslöschungsschiefe, lassen selten Axenaustritte beobachten und geben hier und da zur Uralitbildung Veranlassung. Charakteristisch für dieses Mineral ist eine gewöhnlich auftretende basische Absonderung. Ob wir dasselbe zu dem Salit oder den thonerdehaltigen, ziemlich eisenfreien Augiten zu stellen haben, bleibt wegen der Schwierigkeiten, welche sich einer Trennung dieses Minerals entgegenstellten, unentschieden. Accessorisch ist Hornblende, reichlicher Titanit und spärlich Apatit, letzterer ganz erfüllt mit Flüssigkeitseinschlüssen. Zu diesen ist auch der Skapolith zu rechnen, der sehr vereinzelt sich einstellt; sowohl Längsschnitte als Querschnitte finden sich mit den oben beschriebenen charakteristischen Eigenschaften.

Von diesem Gestein unterscheidet sich ein Augitgneiss von Reed nur sehr wenig. Es fehlt ihm der Skapolith vollständig. Der farblose Augit ist nur in einzelnen Partien des Gesteins zugegen, der Quarz ist nicht so zahlreich wie dort. Dieser Schiefer ist überhaupt feinkörniger, während dort die mittlere Korngrösse des Quarzes 0·25 Millimeter, des Augits 0·15 Millimeter, des Feldspaths 0·35 Millimeter beträgt, ist die des Quarzes hier 0·15 Millimeter, des Augits 0·10 Millimeter, des Feldspaths 0·25 Millimeter.

Digitized by Google

Wollastonit führender Augitgneiss.

Das Auftreten des primären Wollastonits ist soweit bekannt auf einzelne Eruptivgesteine beschränkt. So fand Törnebohm[1]) denselben in einem Nephelinsyenit von Alnö. Es scheint also der Nephelin in Eruptivgesteinen ein constanter Begleiter des Wollastonits zu sein.

In krystallinen Schiefergesteinen dürfte letzterer als primärer Gemengtheil kaum beschrieben sein. Zwar erwähnt schon Cross[2]) denselben in einem gneissartigen Gestein von Roguedas in der Bretagne, daselbst ist er aber ein secundäres Product, eine Pseudomorphose nach Plagioklas. Das Auftreten der Wollastonit führenden Schiefer in dem Hererolande scheint vollständig jenem der skapolithhaltigen Augitgneisse analog zu sein, da sie mit diesen wechsellagern. Ein constanter Begleiter des Wollastonits ist der Augit, niemals vertritt diese Stelle der Glimmer; letzterer ist aus diesen Schiefern ebenso wie aus jenen vollständig verbannt. Wegen seines Gehaltes an Skapolith wollen wir hier zuerst den sehr interessanten

Wollastonit-Augitgneiss von Reed

näher betrachten. Das ziemlich feinkörnige Gestein besitzt graugrüne Farbe, auf seiner Oberfläche tritt ein glasglänzendes Mineral in sehr kleinen Täfelchen hervor, röthliche Flecken gehören, wie das Mikroskop zeigt, dem Granat an.

Wollastonit. Da der Wollastonit nach der Orthodiagonale gestreckt, gewöhnlich tafelartig nach dem Orthopinakoid ausgebildet ist und mit diesem der Schieferung des Gesteins ungefähr parallel liegt, die meisten Schliffe parallel der Schieferung erhalten werden, so erscheint er gewöhnlich in langen Leisten; seine mittlere Länge beträgt 0·25 Millimeter, seine mittlere Breite 0·10 Millimeter. Gar nicht selten findet gerade Auslöschung statt, die Polarisationsfarben sind sehr lebhafte, stehen aber weit hinter denen des Skapoliths zurück. Eine Verwechslung mit Orthoklas ist nicht unmöglich, zumal da hier sehr häufig Zwillingsbildungen nach $\infty P\infty$

[1]) Nefelinsyenit fran Alnö. Geol. Fören. Stockh. Förhdl. 1883, VI, Nr. 82, 542—549.

Nach Abschluss meiner Untersuchungen hat Mügge (vergl. N. J. Beilageband IV, pag. 598—599) sein Auftreten in Nepheliniten des Massai-Landes erwähnt.

[2]) Studien über bretonische Gesteine. Diese Mitth. pag. 372.

Digitized by Google

wahrgenommen werden. Beim Orthoklas darf aber in solchen Schnitten, welche nur eine Spaltbarkeit besitzen, die Auslöschungsschiefe niemals bis zu grossen Werthen steigen, als sie beim Wollastonit vorkommen können, das Maximum derselben kann nur 5° sein. Ausserdem ist das Lichtbrechungsvermögen dieser Leistchen bedeutend grösser als beim Orthoklas, sie treten daher viel intensiver hervor. Zuweilen besitzen sie seitliche Endigungen, welche wahrscheinlich durch Prismenflächen hervorgerufen werden. Die Spaltbarkeit nach $0P$ ist lange nicht so häufig vorhanden, wie die nach $\infty P\infty$. Die orthopinakoidalen gerade auslöschenden Schnitte geben im convergenten polarisirten Lichte Axen- oder Bisectricenaustritte, die Axenebene steht senkrecht zur Längsausdehnung und Spaltbarkeit. Dass das Mineral zweiaxig ist, zeigt die der Drehung des Objecttisches entgegengesetzte Bewegung eines solchen Axenbalkens. Eine polysynthetische Zwillingsbildung findet sich nicht. Mehr oder weniger vertical gerichtete Schnitte durch diese nach der Orthodiagonale gestreckten Individuen ergeben sechsseitigen oder rundlichen Umriss und weisen theils nur eine einzige, theils auch zwei auf einander rechtwinklige Spaltbarkeiten auf; ihre Polarisation erinnert sehr an die des Kalkspaths. Der Wollastonit ist gewöhnlich von äusserster Frische, an fremden Interpositionen treten oft Mikrolithen von Augit, spärlich auch von Titanit auf. An gewissen Stellen ist das Kalksilicat schon zersetzt, im Beginne der Umwandlung stellen sich reichlich dunkelgraue Körnchen ein, ferner entstehen auch sehr oft faserige trübe Substanzen, welche den Umwandlungsproducten des Skapoliths sehr ähnlich sehen. Um Material zur Analyse zu bekommen und so die Natur des Minerals unzweideutig festzustellen, wurde wegen der geringen Dimensionen des Wollastonits das Gestein sehr fein gepulvert, zur Trennung eine Kaliumquecksilberjodidlösung von specifischem Gewicht 3 verwandt, in der natürlich Augit und Titanit ohne weiteres sanken; nach einer Verdünnung bis auf 2·8 war auch der Wollastonit gefallen, von den gleichzeitig gefallenen getrübten Theilen wurde das Product durch Auslesen mit der Lupe befreit. Letztere Arbeit erforderte sehr viel Zeit, mit Mühe und Noth wurden schliesslich 0·24 Gramm ziemlich reines Material zusammengebracht; die einzigen Verunreinigungen, welche sich nicht entfernen liessen, waren die Augiteinschlüsse innerhalb desselben. Die Analyse ergab:

Digitized by Google

IV.

SiO_2	49·25
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	5·78
CaO	42·48
MgO	0·93
TiO_2	Spur
	98·44

Die specifische Gewichtsbestimmung mit der Westphal'schen Wage war bei der sehr geringen Grösse der Wollastonitindividuen äusserst schwierig und unsicher, einerseits waren sie schwer zu beobachten, andererseits wurden sie zu lange in der Flüssigkeit suspendirt gehalten; bei einem specifischen Gewichte der Thoulet-schen Lösung von 2·81 war das Mineral gesunken. Wenn auch die Analyse bei der geringen Substanzmenge nicht auf allzugrosse Genauigkeit Anspruch erheben kann, so ist jedenfalls die Thonerde, das Eisen und die Magnesia nicht allein den fremden Einschlüssen zuzuschreiben, sicherlich gehört ein Theil zum Wollastonit selbst. Reichlich thonerde- und eisenhaltige Wollastonite fand auch Fouqué [1]), so z. B. ergab die Analyse eines sehr klaren Minerals:

Specifisches Gewicht 2·910.

SiO_2	46·2
Al_2O_3	7·1
Fe_2O_3	2·9
CaO	41·8
MgO	1·5
	99·5

Aus der obigen Analyse geht das Eine mit aller Evidenz hervor, dass es sich hier nur um Wollastonit handelt.

Skapolith. Die Unterscheidung von Wollastonit ist ziemlich einfach, in sehr dünnen Schliffen ist die Polarisation des Skapoliths bedeutend intensiver; Längsschnitte löschen allemal gerade aus, Querschnitte diagonal zu den daselbst zur Erscheinung gelangenden Spaltbarkeiten; die Doppelbrechung dagegen ist geringer als beim

[1]) Nodules à wollastonite, pyroxène fassaite, grénat mélanite des laves de Santorin. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'academie des sciences. 1875. 15. Mars.

Digitized by Google

Wollastonit, daher erscheint die Oberfläche des letzteren rauher. In genau basischen Schnitten des Skapoliths beobachtet man im convergenten polarisirten Lichte die Erscheinungen eines einaxigen negativen Minerals. Bei der Zersetzung bilden sich aus dem Skapolith faserige getrübte Substanzen, sie sind im Anfang der Umwandlung noch deutlich von den Residuen des Wollastonits zu trennen, bei weiterem Fortschritt derselben ist eine Unterscheidung der beiden so entstandenen Producte unmöglich. Gewöhnlich kann man solche ganz zersetzte Individuen als veränderten Wollastonit ansehen, da dieses Mineral beiweitem reichlicher im Gestein verbreitet ist als der Skapolith, der nur an einzelnen Stellen desselben in irgendwie bedeutender Menge vorkommt.

Der Augit weist nichts Bemerkenswerthes auf, sein mittlerer Durchmesser ist 0·10 Millimeter. Noch geringere Dimensionen erreicht der reichliche accessorische Titanit; tritt derselbe mit dem Augit zusammen in Gestalt von Mikrolithen auf, so kann eigentlich nur die verschieden lebhafte Polarisation und Doppelbrechung eine Trennung der beiden Mineralien ermöglichen. Der Granat, schon makroskopisch durch röthliche Flecken angedeutet, besitzt eine sehr helle Farbe, er ist farblos bis hellgelblich und liebt es, andere Minerale, vorwiegend aber getrübte Partien, einzuschliessen. Dabei beträgt die Breite der peripherischen Zone des Granats zuweilen nur $^1/_{10}$ des eingeschlossenen Minerals. Dass keine Umwandlung hier vorliegt, beweist das Fehlen irgend welchen Ueberganges, die beiden Substanzen setzen vielmehr streng gegen einander ab. Die Interpositionen im Granat sind aller Wahrscheinlichkeit nach umgewandelter Wollastonit; auffallend und unerklärlich ist nur der Umstand, dass niemals vollkommen frische Wollastonite innerhalb des Granats liegen, obwohl sie in unmittelbarer Nachbarschaft in ziemlicher Menge zugegen sind. Schliesslich ist noch des Quarzes zu gedenken.

Eine recht eigenthümliche locale Mineralcombination ist ein Gestein von der Kupfermine, welches nur aus grasgrünem körnigen Augit und glasglänzendem säulenförmig bis blätterig ausgebildetem Wollastonit besteht. Es ist dies das

Wollastonit-Diopsidgestein von der Kupfermine.

Beide setzen ungefähr zu gleichen Theilen den krystallinen Schiefer zusammen. Der Wollastonit liegt vorwiegend in leistenförmigen

Digitized by Google

Schnitten vor, welche eine ihrer Begrenzung parallele, sehr vollkommen ausgeprägte Spaltbarkeit besitzen. Nach der bekannten Ausbildung des Minerals ist die genannte Spaltbarkeit die nach $\infty P\infty$, ihr parallel findet öfters gerade Auslöschung statt. Beiweitem nicht so häufig erscheint eine ungefähr dazu rechtwinklige Spaltbarkeit entsprechend der nach $0P$. Verticalschnitte sind wegen der blätterigen Form des Wollastonits und einer dadurch bedingten leichteren Ablösung des Gesteins nach dieser Richtung äusserst selten. Mit Sicherheit konnten ausser den beschriebenen keine anderen Spaltbarkeiten festgestellt werden. Zwillingsbildung nach $\infty P\infty$ ist ziemlich selten zu beobachten. Die Substanz des Wollastonits ist eine noch sehr frische, längs den Spalten und unregelmässig ihn durchsetzenden Klüften machen sich Kalkspathflitterchen bemerkbar. Die gewöhnlichen Dimensionen des Wollastonits sind Länge 0·8 Millimeter und Breite 0·45 Millimeter. Das Resultat der chemischen Analyse des hier verhältnismässig recht leicht trennbaren Materials war:

V.

SiO_2	51·18
Fe_2O_3 (MnO)	1·08
CaO	47·65
Glühverlust	0·42
	100·33

Specifisches Gewicht = 2·864 bei 14° C.

Der Augit lässt unter dem Mikroskop aussergewöhnlich reine Substanz erkennen, sein Pleochroismus ist gering, seine mittlere Länge 0·5 Millimeter, Breite 0·3 Millimeter. Ausser der gewöhnlichen Spaltbarkeit nach ∞P ist noch eine nach einem der Pinakoide in der Säulenzone sehr gut entwickelt. Die chemische Analyse stellt das Mineral zu dem Diopsid, sie ergab:

VI.

SiO_2	51·62
Al_2O_3	1·35
FeO	13·08
MnO	Spur
CaO	24·81
MgO	9·54
	100·40

Specifisches Gewicht = 3·33 bei 15° C.

Digitized by Google

Aus derselben berechnet sich:

		Quotienten	Atomverhältnisse
Si . . .	24·09	0·8604	65
Al . .	0·7184	0·0263	2
Fe . .	10·18	0·1818	14
Ca . .	17·72	0·443	34 (33)
Mg . .	5·73	0·2387	18
O . . .	41·56	2·5989	198

Hier ist nicht wie bei den meisten Analysen Doelter's der Kalkgehalt kleiner als die Summe der Magnesia und des Eisens, sondern vielmehr grösser, es muss zu beiden noch die Thonerde hinzugefügt werden, damit ungefähr der Kalkgehalt herauskommt, denn $0{\cdot}2387 + 0{\cdot}1818 + 0{\cdot}0263 = 0{\cdot}4478$, $Ca = 0{\cdot}443$. Die Analyse lässt zweierlei Arten von Erklärung zu. Auch Doelter hält es für möglich, dass Al_2 ebenso gut für $Mg\,Si$ als $Ca\,Si$ eintreten kann, wie dies namentlich beim Pyroxen von Arendal angenommen werden muss. Berücksichtigen wir dieses, so kommt der obigen Zusammensetzung am nächsten die Mischung:

$$\left|\begin{array}{l} 14\,Ca\,Fe\,Si_2\,O_6 \\ +\,18\,Ca\,Mg\,Si_2\,O_6 \\ +\,\ \ 1\,Ca\,Al_2\,Si\,O_6 \end{array}\right.$$

oder

$$37\,\overset{\text{II}}{R}_2\,Si_2\,O_6 + 1\,\overset{\text{II}}{R}\,\overset{\text{VI}}{R}\,Si\,O_6\,,$$

was einer ungefähren procentarischen Zusammensetzung von:

Kalkeisensilicat	45·59
Kalkmagnesiasilicat	51·51
Thonerdesilicat	2·04

gleichkommt; direct aus der Analyse ergiebt sich:

Kalkeisensilicat	45·12
Kalkmagnesiasilicat	52·58
Thonerdesilicat	2·30

Andererseits stimmt die chemische Zusammensetzung dieses Minerals recht gut mit der Rammelberg'schen Theorie, wonach Thonerde und Eisenoxyd nicht als Silicate in den Augiten fungiren, sondern als freie Basen, denn die zu dem gefundenen Eisen-, Kalk- und Magnesiagehalt berechnete SiO_2-Menge beträgt 52 Procent.

Digitized by Google

Knop[1]) ist dagegen bei der Untersuchung von Augiten aus dem Kaiserstuhl geneigt, sich wiederum der von Rammelsberg früher vertretenen Ansicht zuzuwenden, nach welcher die Augite und Hornblenden entweder normales Bisilicat $RSiO_3$ oder isomorphe Mischungen mit Bialuminaten der Monoxyde und Bisilicat des Eisenoxyds sind. Es zeigt sich also, dass der Streit zwischen der Rammelsberg'schen und Tschermak'schen Theorie über die chemische Zusammensetzung der Augite noch nicht endgiltig entschieden ist. Das Maximum der Auslöschungsschiefe des Augits in Längsschnitten beträgt 44°. Vergleichen wir diesen Werth mit den von Doelter[2]) und Wiik erhaltenen und zugleich mit dem gefundenen Eisengehalte, so ergiebt sich eine ziemlich grosse Uebereinstimmung.

Augitschiefer.

Das einzige hierhergehörige Gestein stammt von der Hochfläche. welche nördlich vom Tsoachaub und westlich vom Khanfluss gelegen ist. Das dunkelgrün gefärbte Gestein ist kryptomer. Der Quarz von unregelmässiger Gestalt, beherbergt Flüssigkeitseinschlüsse, die beiweitem nicht die Grösse wie in den Quarzen der Granite erreichen und auch nicht an Zahl ihnen gleichkommen, ferner zahlreiche Mikrolithen, die dem Titanit, Apatit und Augit zugerechnet werden müssen. Die ersteren zeichnen sich auch bei der äussersten Winzigkeit aus durch die starke Lichtbrechung und daraus resultirende dunkle Umrandung, für den Apatit spricht der chemische Nachweis von Phosphorsäure, für den Augit die Beobachtung von Uebergängen aus typischem Augit in diese Mikrolithen. Die Substanz des dem Quarz ungefähr an Quantität gleich kommenden Augits ist sehr frisch, in Querschnitten ist Pleochroismus bemerkbar. Neben diesen Gemengtheilen erscheint noch Hornblende und Feldspath, letzterer sowohl Orthoklas als Plagioklas. Accessorisch ist reichlicher Titanit, sehr oft umgiebt er in Gestalt einer Zone das Magneteisen des Schliffes; an eine secundäre Entstehung des Minerals ist hier nicht zu denken.

[1]) Ueber die Augite des Kaiserstuhlgebirges im Breisgau. Zeitschr. für Krystallogr. u. Mineral. X., 1, pag. 58—81.

[2]) Ueber die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften von der chemischen Zusammensetzung beim Pyroxen. N. J. 1885, pag. 47.

Digitized by Google

Körniger Kalk.

Der körnige Kalk findet sich in Gestalt von Einlagerungen im krystallinen Schiefergebirge, er wechsellagert z. B. 5 Kilometer westlich von Pot mit typischem Glimmerschiefer; unter ähnlichen Verhältnissen erscheint derselbe 5 Kilometer östlich von Husab. Bald besteht er nur aus Kalkspath, der theils mehr, theils weniger grobkörnig ist, und schliesst viele Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse ein, bald treffen wir in ihm zahlreiche sporadische Constituenten. So enthält ein Gestein von der zuerst genannten Localität reichlich Kaliglimmer und eigenthümlich maschenförmige Gebilde, die unwillkürlich an umgewandelten Olivin erinnern. Nur wenige Individuen besitzen noch einen ursprünglichen Kern und lassen ihre Natur als Olivin mit Sicherheit erkennen. Die Umwandlungsproducte unterscheiden sich insofern von dem sonst in körnigen Kalken auftretenden Olivin, als sie nicht, wie dort, eine grünliche, sondern eine gelblichbraune Farbe haben. Ein anderer Marmor von demselben Fundpunkte weist Verwachsungen von primärem und secundärem Kalkspath auf, welche in ihrer Ausbildung sehr den Verwachsungen von Feldspath und Quarz, dem sogenannten Mikropegmatit, ähnlich sehen. Zu den accessorischen Mineralen gehört ein vollständig farbloser eisenfreier, aber ziemlich thonerdehaltiger Augit und ein sehr heller Biotit. Der Pleochroismus des letzteren ist schwach, die Farben wechseln von vollständig farblos bis hellbräunlich. Er ist wahrscheinlich zum Phlogopit zu rechnen. Zu besonders reichlicher Entwicklung ist er in einem Gestein von der zweiten Fundstätte gelangt, wo neben ihm noch wenig Kaliglimmer vorkommt.

III. Sedimentär-Gesteine, Minerale und Erze.

Hierher gehören ein röthlicher Quarzit von Ilaikamchab und ein durch Kohlenstoff stark dunkelgrau gefärbter Kalkstein vom Quellenplatz Usikós, östlich vom Khanfluss. Nicht weit davon entfernt tritt ein weisser dichter Kalkstein auf. In demselben ist eine so grosse Menge Quarz enthalten, dass dieser als Bindemittel des Kalksteins gelten muss. An den Stellen, wo das Handstück den äusseren zersetzenden Einflüssen ausgesetzt gewesen ist, hat es eine poröse Structur angenommen und ist stark braun gefärbt. Eine Betupfung mit HCl ergab kaum eine Kohlensäure-Entwicklung.

Digitized by Google

Hieraus geht hervor, dass der leicht lösliche Kalk ausgelaugt, das in geringen Spuren vorhandene Eisencarbonat zu dem braunfärbenden Eisenhydroxyd oxydirt ist, während der Quarz allein zurückgeblieben.

Uuter den Mineralen bedarf einer besonderen Erwähnung ein Epidot, der sich in zahlreichen Krystallen in einer Schlucht nicht weit vom Wasserplatz zu Diepdal fand. Die Breite eines Krystalls beträgt 4 Centimeter, die Länge nach dem noch erhaltenen Stück ebenfalls 4 Centimeter. Es sind vorwiegend zwei Flächen entwickelt, welche sehr nahe einen rechten Winkel mit einander bilden. Nach der Aufstellung des Epidots von Marignac und v. Kokscharow kann es sich hier nur um $0P(M)$ und $2P\infty\ (l)$ handeln; zwischen beiden liegen zahlreiche Orthodomen mit kürzerer Verticalaxe als l. An den Seiten ist, wie gesagt, der Krystall abgebrochen. Der Winkel zwischen M und l ist beim Epidot 90° 33′, vermittelst des hier blos anwendbaren Contactgoniometers wurde 90° 20′ gemessen. Flüssigkeitseinschlüsse sind in dem Mineral gar nicht selten. Das Resultat der chemischen Analyse war:

VII.

SiO_2	37·04
Al_2O_3	22·99
Fe_2O_3	14·19
MnO	Spur
CaO	24·09
Glühverlust	2·16
	100·47

Specifisches Gewicht = 3·40 bei 12° C.

Fasst man nach Tschermak[1]) und Kenngott[2]) den Epidot als eine Mischung der beiden Verbindungen $Si_6\,Al_6\,Ca_4\,H_2\,O_{26}$ (Aluminiumepidot) und $Si_6\,Fe_6\,Ca_4\,H_2\,O_{26}$ (Eisenepidot) auf, so kommt ihr am nächsen die Mischung von 30 Procent Eisenepidot und 70 Procent Aluminiumepidot, welche folgende Zusammensetzung hat:

SiO_2	37·67
Al_2O_3	23·71
Fe_2O_3	13·31
CaO	23·43
H_2O	1·88
	100·00

[1]) Die Feldspathgruppe. Ber. d. Wien. kais. Akad. der Wissensch. Bd. 50, pag. 585.

[2]) N. J. 1871, pag. 449.

Digitized by Google

Zur Vergleichung wollen wir zwei Analysen des Sulzbacher Epidots beifügen:

Sulzbacher Epidot nach Ludwig[1])		Sulzbacher Epidot nach Rammelsberg[2])	
SiO_2 . . .	37·83	SiO_2 . . .	37·11
Al_2O_3 . . .	23·43	Al_2O_3 . . .	21·90
Fe_2O_3 . . .	13·31	Fe_2O_3 . . .	16·00
FeO . . .	0·48	FeO . . .	—
CaO . . .	23·47	CaO . . .	23·19
H_2O . . .	2·06	H_2O . . .	2·03
	100·58		100·23

Hieran reihen sich noch Kupfererze, welche an verschiedenen Stellen des Damaralandes aufgefunden wurden. Dieselben sind sowohl ihrem Auftreten, ihrer Ausbildung als auch ihrer Entstehung nach schon ausführlich von A. Knop[3]) discutirt. Die vorwaltende Gangart ist noch im Quarz, Kalkspath gehört unter denselben zu den Seltenheiten. Seinen Beobachtungen ist hier nur der sich oft einstellende Magnetit hinzuzufügen, der in gewissen Stufen das Uebergewicht erhält, während Kupferkies und Buntkupfererz zurücktreten. Eben dasselbe Mineral erscheint auch mit den Kupfererzen Klein- Namaqualands, welche uns zuerst von Delesse[4]) und ziemlich kurz auch in der eben genannten Arbeit von A. Knop beschrieben sind. Erwähnenswerth ist nach vorliegenden Proben das in dem Damaralande analog auftretende und auch vorzugsweise in Würfeln krystallisirende Rothkupfererz, während Delesse nur der oktaëdrischen Krystallform gedenkt.

VI. Zersetzungsproducte.

Granitresiduen sind durch kohlensauren Kalk führende Gewässer mit Kalkspath incrustirt und cementirt. Es entstehen so bald mehr, bald weniger compacte Krusten der oberflächlichen Grus- und

[1]) Ueber die chemische Zusammensetzung des Epidots. Diese Mitth. IV, pag. 159.

[2]) Jahresber. der Chemie für 1872, pag. 1117.

[3]) Die Kupfererzlagerstätten von Namaqua und Damaraland, ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Kupfererze. N. J. 1861, pag. 511—550.

[4]) Notice sur les mines du Cap de Bonne-Esperance. Annales des mines. (5), 1855, VIII.

Digitized by Google

Sandablagerungen, wie z. B. auf der Hochfläche von Karibib. Am Quellenplatz Usikós fand sich ein ganz dichter, muschlig brechender Kalkstein anstehend, der wie Pechuel-Loesche sagt, anscheinend horizontal geschichtet ist. In ihm liegen noch eben mit blossem Auge wahrnehmbare Quarze; unter dem Mikroskope wurden ausserdem Feldspath, Glimmer und spärlich Hornblende beobachtet. Die Entstehung dieses Gesteins dürfte vielleicht so zu erklären sein, dass die an kohlensaurem Kalk reichen Landseen bei allmäliger Concentration Schichten von Kalk abgesetzt haben, während von den einmündenden Flüssen die beschriebenen Granitrückstände zugeführt sind. Das Gestein erinnert so an die sonst auch in Süd-Afrika gefundenen Kalktuffe.

Sande der Nehrung der Walfischbai.

Oberflächlich werden dieselben durch ein thonig-kalkiges Cement zu zusammenhängenden Krusten verkittet. Unter diesen folgt in 1—3 Meter Höhe über dem mittleren Niveau des Meeres ein röthlicher Sand in einer Mächtigkeit von 10 bis 20 Centimeter, das Liegende dieser Schicht bildet eine ziemlich weisse Sandlage von 10 Centimeter Mächtigkeit. Die darunter befindliche Schicht, welche anscheinend von bedeutender Mächtigkeit und vom Seewasser durchtränkt ist, wurde bis 60 Centimeter Tiefe verfolgt und nach H_2S riechend befunden, ihre Farbe ist wegen des sehr reichen Gehaltes an Erz eine dunkelgrüne. Die Zusammensetzung aller dieser verschiedenen Sandvarietäten ist im wesentlichen dieselbe. Neben dem überwiegendem Quarz erscheint reichlich Feldspath, Augit, Magnetit, Granat, Zirkon, spärlicher schon Epidot, Titanit, Rutil, sehr vereinzelt Hornblende und Turmalin. Da das Erz mit kochender HCl behandelt nicht vollständig verschwand, so dürften ausser dem Magnetit noch Eisenkies und Titaneisen zugegen sein. In der untersten der oben erwähnten Lagen finden sich Krystalle von Gyps, welche ganz mit Sandkörnern imprägnirt sind; von ähnlichen Vorkommen berichtet Escher aus der Wüste Sahara (vergl. Naumann-Zirkel, XII. Aufl. 1885, pag. 488). Wie das Mikroskop zeigt, machen sich einzelne Diatomeen in den Gypskrystallen bemerkbar. Ihr Erscheinen kann uns nicht im geringsten überraschen, da ja jene den Gyps enthaltende Schicht vom Meereswasser durchtränkt ist und einer Einschliessung der Diatomeen durch den secundär entstandenen Gyps keine Schwierigkeiten im Wege stehen. Eingebettet

Digitized by Google

in den oberen Schichten, in der untersten weniger, sind nach Pechuël-Loesche Concretionen von Centner- oder auch geringerer Schwere, welche mehr oder weniger reich an Schwefel sind. Sie sind mürbe, dem Spaten nicht widerstehende Massen, an vielen Stellen sind sie vom Sande entblösst und ragen in Knollen über die Oberfläche hervor. In Hohlräumen dieser Massen tritt der Schwefel in deutlichen Kryställchen auf.

Am Schlusse dieser Untersuchungen angelangt, wird es mir zur angenehmen Pflicht, meinen hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Bergrath Prof. Dr. Zirkel für seine jederzeit bereitwillige Unterstützung meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Leipzig, Mineralogisches Institut, April 1886.

Digitized by Google

IX. Aetzversuche am Pyrit.

Von Friedrich Becke.

Mit Tafel II—IV und 4 Holzschnitten.

Einleitung.

Schon seit geraumer Zeit mit der Untersuchung der Aetzfiguren tesseraler Minerale beschäftigt, schien es mir wünschenswerth, auch pyritoëdrische Krystalle in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. Zwar sind die Alaune, welche dieser Hemiëdrie angehören, nach den eingehenden Untersuchungen von Brewster, Klocke, Wulff u. A. ziemlich genau bekannt. Doch gerade bei diesen sind die Erscheinungen der pyritoëdrischen Hemiëdrie minder scharf ausgeprägt, so dass auch die Aetzfiguren nur secundär von derselben beeinflusst werden. Andererseits verläuft die Aetzung bei den Alaunen wie bei allen leicht löslichen Verbindungen in einer Weise, die sich nicht ohne Weiteres mit dem Verlauf der Aetzung bei den bisher von mir untersuchten schwer löslichen Körpern vergleichen lässt.

In beiden Rücksichten empfahl sich der am meisten typische, weit verbreitete Repräsentant der pyritoëdrischen Hemiëdrie, der Pyrit. Derselbe wurde schon von Gustav Rose[1]) gelegentlich untersucht. Die von ihm mitgetheilten Beobachtungen konnte ich zum grossen Theil bestätigen. G. Rose gibt eine ganz zutreffende Beschreibung und Abbildung der Aetzfiguren, welche bei Anwendung von Königswasser auf der Würfelfläche, der Pyritoëderfläche, der Oktaëderfläche entstehen. Er führt an, dass die Aetzfiguren vornehmlich von den Pyritoëderflächen gebildet werden; dass aber auch in der Richtung der Leucitoëder- und Oktaëderfläche ein Schimmer auftrete, somit auch diese Flächen bei den Aetzfiguren betheiligt seien. Die letztere Beobachtung konnte ich nicht wiederholen.

Als Untersuchungsmaterial dienten mir Krystalle von folgenden Fundorten:

---

[1]) Monatsberichte der Berliner Akad. 1870, Juni, pag. 327.

Digitized by Google

I. Traversella (100)(111)π(210) sowohl senkrecht als parallel zur Grundkante gestreift. (100)(111).(111)π(210).
II. Elba π(210) senkrecht gestreift. π(210)(111).
III. Tavistock (100)π(210).
IV. Schemnitz π(210) horizontal gestreift; π(210)(100).
V. Trofajach, Kärnten (100).
VI. Majdan, Bosnien π(210)(111), senkrecht gestreift.
VII. Krystalle unbekannten Fundortes, mit dünner Goethithaut überzogen (100).
VIII. Würfel, eingewachsen in Chloritschiefer, muthmasslich aus den Alpen; dann:
IX. Přibram, (100)π(210)(111) mit Calcit und Quarz.
X. Giftberg bei Horschowitz, Böhmen.
XI. Andreasberg mit Calcit und Apophyllit.

Die Pyrite der drei zuletzt angeführten Fundorte verhalten sich durchaus verschieden von den früheren und verlangen daher eine besondere Darstellung.

Herrn Hofrath Tschermak, welcher mir eine Anzahl von Vorkommnissen aus dem Wiener mineralogisch-petrographischen Institut zur Verfügung stellte, und Herrn Dr. Aristides Brezina, welcher mir eine reiche Suite von Traversella zur Untersuchung überliess, bin ich zu grossem Danke verpflichtet.

Aetzmittel.

Als Aetzmittel diente:

I. Salpetersäure. Dieselbe wurde mit der 3—5fachen Menge Wasser verdünnt in Anwendung gebracht. Bei der Einwirkung setzt sich Schwefel in feinen Tröpfchen ab, welche schwierig zu entfernen sind, da sich dieselben selbst in Schwefelkohlenstoff nur langsam lösen. Die Aetzung erfolgte bei der Temperatur des Wasserbades oder bei der Siedetemperatur der verdünnten Säure. Selten wurde concentrirte Säure angewendet. Die Aetzdauer, welche bei verdünnter Säure 3—5 Minuten betrug, musste dann stark reducirt werden. Auf der Oktaëderfläche gelang es nicht, mit diesem Mittel deutliche Erscheinungen hervorzurufen.

II. Rothe rauchende Salpetersäure bringt auf (100) und π(210) scharfe Figuren hervor; weniger gut sind die Erfolge auf (111).

Digitized by Google

Die Einwirkung der rauchenden Salpetersäure darf die Dauer von 20—30 Secunden nicht überschreiten, da die Figuren sonst undeutlich werden.

III. Salpeter-Salzsäure (Königswasser). Dieses Gemenge hat schon G. Rose mit Erfolg angewendet; man erzielt damit die besten Erfolge. Die Aetzdauer darf indessen, wenn die Figuren scharf bleiben sollen, 1—2 Minuten nicht übersteigen. Selten wandte ich eine längere Aetzdauer, im Maximum 3 Minuten an.

IV. Aetzkali in Wasser gelöst und im Silbertiegel bis zur beginnenden Bildung einer Krystallhaut eingedampft, gibt ein vorzügliches Aetzmittel ab. Die erforderliche Aetzdauer beträgt 5—45 Minuten. Bei einer viertelstündigen Einwirkung erhält man ausgezeichnete Präparate.

V. Aetznatron wurde in ähnlicher Weise angewandt. Es bedarf einer etwas längeren Einwirkung, doch werden die Figuren noch schärfer als beim Aetzkali.

Methoden.

Auch bei dieser Untersuchung wurde das Hauptgewicht auf die goniometrische Messung des Lichtbildes gelegt.

Die Untersuchungen v. Ebners[1]) über die Lösungsgestalten des Calcit haben gezeigt, in wie weiten Grenzen selbst bei sehr vollkommener Aetzung die individuelle Lage der einzelnen Flächen der Aetzfiguren schwanken kann. Wollte man aus Messungen an einzelnen Aetzfiguren etwas gesetzmässiges über die Lage der Aetzflächen herausbringen, so müsste man auf jeder einzelnen geätzten Fläche eine sehr grosse Zahl von Messungen anstellen. Denn um die mittlere Lage der Aetzflächen handelt es sich; nur diese kann die Abhängigkeit vom Molecularbau und vom Aetzmittel bekunden, nur diese ist befreit von jenen individuellen Verschiedenheiten, welche das Schwanken in der Lage der einzelnen Aetzflächen bewirken.

Dieser Mühe enthebt uns die Messung des Lichtbildes, indem die Culminationen desselben die mittlere Lage der Aetzflächen darstellen. Die individuelle Lage der einzelnen Flächenelemente folgt den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit; Abweichungen vom Mittel

[1]) Sitzber. Wien. Acad. 89, II. Abth., 1884.

Digitized by Google

sind um so seltener, je grösser sie sind. In der Nähe des Mittels ist die Anzahl der gleichzeitig reflectirenden Elemente am grössten, hier daher im Lichtbild die grösste Helligkeit. Diese Betrachtung rechtfertigt auch die Messung solcher Lichtbilder, welche aus ausgedehnten Reflexen mit wenig ausgesprochenen Culminationen bestehen. Man thut hierbei gewissermassen nichts anderes als der Physiker, der die Temperatur eines Gases misst und daraus die mittlere Geschwindigkeit der Gasmolekel berechnet, obzwar er gut weiss, dass die Schnelligkeit mit der die einzelnen Molekel hin- und herfahren, und die wir als Wärme empfinden, durchaus nicht bei allen Molekeln gleich ist, sondern nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit um eine gewisse mittlere Geschwindigkeit schwankt.

Neben den Goniometermessungen kamen auch wieder Schimmermessungen und Beobachtung der Form der Aetzfiguren an Gelatineabdrücken vor. Dieselben ergänzen in willkommener Weise die Goniometermessung und liefern gleichzeitig in vielen Fällen den Beweis, dass in der That die Verbreiterungen der Lichtbilder durch das Schwanken der einzelnen Aetzflächen um gewisse mittlere Lagen und nicht nur durch Krümmung der Aetzflächen oder durch Interferenz entstehen, obzwar man den letzteren Momenten eine gewisse Mitwirkung nicht wird absprechen können.

Die speciellen Verhältnisse des Pyrit gaben zu einigen Neuerungen Anlass, die im folgenden kurz besprochen werden sollen.

1. Goniometer-Messungen.

Am Pyrit treten die Aetzflächen häufig nicht genau in primären Zonen auf, auch in solchen Fällen, wo diese Abweichung nicht durch Unvollkommenheit der Figuren, durch Schleppung u. s. w. zu erklären ist. Dies forderte zu einer möglichst exacten Bestimmung der Position der Aetzflächen auf. Liegen dieselben in einer bestimmten Zone, dann genügt schon die Messung des Abstandes von einer bekannten Fläche derselben Zone, um die Position zu bestimmen. Wenn dieselben ausserhalb der primären Zonen liegen, sind mindestens zwei Messungen erforderlich. Gewöhnlich misst man in einem solchen Falle die Winkel zu zwei bekannten Flächen und löst das sphärische Dreieck auf, dessen Seiten bekannt sind.

Die Anwendung dieser Methode auf die Aetzreflexe leidet an einem grossen Uebelstande; da nämlich die Aetzreflexe häufig keine

Digitized by Google

ausgeprägte Culmination besitzen, ist man keineswegs sicher, ob bei der ersten und zweiten Messung dieselbe Stelle des Aetzreflexes anvisirt wurde. Es kann so vorkommen, dass die gemessenen Bögen gar kein sphärisches Dreieck ergeben.

Hier ist eine andere Beobachtungsmethode von Vortheil, welche die mehrmalige Justirung vermeidet. Dieselbe wird durch den Umstand begünstigt, dass die Aetzreflexe, wenn auch nicht in der primären Zone, doch nicht weit von derselben entfernt liegen. Justirt man mit Hilfe von zwei Flächen die primäre Zone, so gehen die Aetzreflexe etwas ober- oder unterhalb des Horizontalfadens durch das Gesichtsfeld. Die Bestimmung dieser Abweichung kann nun nach dem von Websky[1]) gegebenen Principe erfolgen. Dabei sind aber verschiedene Anwendungen möglich.

I. Die genauesten Resultate wurden in der Weise erzielt, dass eine Fläche der Primärzone *(a)* und der Aetzreflex *(x)* justirt und der zwischen beiden liegende Bogen gemessen wurde. Sodann wurde bei ungeänderter Justirung bei einem Incidenzwinkel von 45°, während also Einlass- und Beobachtungsfernrohr senkrecht zu einander standen, beobachtet, in welcher Entfernung vom Horizontalfaden eine andere bekannte Fläche *(b)* der primären Zone das Gesichtsfeld passirt. Diese Messung wurde mit Hilfe einer Eintheilung des Verticalfadens vorgenommen. Ein Theilstrich entspricht bei dem angewandten Instrument (Goniometer eines Universal-Instrumentes nach Groth-Fuess) 16·8′. Bezeichnet man den gemessenen Abstand der zweiten Fixfläche b vom Horizontalfaden mit δ, den zugehörigen wahren verticalen Bogenabstand der Fläche b von der justirten Zone ax mit η, den Winkel, den die justirte Zone ax mit der primären Zone ab in a einschliesst, mit α, so bestehen folgende Beziehungen:

$$\sin \eta = \frac{\sin \delta}{\sqrt{2}} \qquad \sin \alpha = \frac{\sin \eta}{\sin ab}$$

Aus α und ax ergibt sich dann die Position von x.

II. Dieser Weg war häufig deshalb nicht anwendbar, weil bei Justirung der Zone ax die zweite Fixfläche b schon ausserhalb des Gesichtsfeldes fiel. Es fiel aber wohl noch x in das Gesichtsfeld, wenn die Zone ab justirt wurde. Die Bestimmung von δ ist in diesem Falle ebenso einfach, wenn der Reflex x eine ausgeprägte

[1]) Zeitschrift für Kryst. IV, pag. 563.

Digitized by Google

Culmination besitzt. Häufig handelte es sich aber um ausgedehnte Reflexe, welche von a strahlenartig auslaufen, deren einzelne Theile unter verschiedenem δ das Gesichtsfeld passirten. Um hier den Winkel zu bestimmen, den der Strahl in a mit der Zone ab bildet, wurde folgendermassen verfahren: zuerst wurde die Zone ab justirt und jener Theil des Strahles x eingestellt, welchem ein bestimmtes δ, z. B. $\delta = 4$ oder $\delta = 8$ Theilstriche, zukam. Dann wurde die Drehung gemessen, welche den Ausgangspunkt des Strahles a in die Mitte des Gesichtsfeldes führte. Dieser Winkel ε_0 misst die Entfernung von a bis zu dem Fusspunkt des durch den eingestellten Theil von x gelegten, auf ab senkrechten Bogens; ε_0 bedarf aber noch einer Correctur Δ, welche von δ abhängt und zu addiren oder zu subtrahiren ist, je nachdem die Lichtquelle und die Normale von a auf entgegengesetzten Seiten oder auf derselben Seite von x liegen. Es gelten dann noch folgende Beziehungen:

$$\sin \eta = \frac{\sin \delta}{\sqrt{2}}; \; \varepsilon = \varepsilon_0 \pm \Delta; \; \operatorname{tang} \Delta = \operatorname{tang}^2 \frac{\delta}{2}; \; \cot \alpha = \sin \varepsilon \cot \eta.$$

Wird dann noch der Bogen zwischen dem hellsten Theil von x und a bei Justirung des Strahles ax gemessen, so erhält man wiederum aus α und ax die Position von x.

III. Eine besondere Anwendung gestattet diese Methode dann, wenn auf der Fläche a irgend eine bestimmte Zone durch eine Streifung ausgeprägt ist. Diese verursacht im Reflexbild von a das Auftreten eines scharfen Lichtstreifens. Wird nun die Zone zwischen a und einem beliebig gelegenen Aetzreflex x justirt, so bildet dieser Lichtstreifen mit dem Horizontalfaden des Fadenkreuzes einen Winkel, der in derselben Weise wie in II benützt werden kann, um den Winkel α zwischen der justirten Zone ax und der Streifenzone zu bestimmen.

Von grossem Vortheil ist dabei, dass der Winkel α, sowie der Bogen ax jeden beliebigen Werth haben kann, während in den früheren Fällen die Messung nur möglich ist, wenn entweder α oder ax klein ist, und eine gewisse, durch die Grösse des Gesichtsfeldes bedingte Grenze nicht überschreitet.

Man stellt wie früher so ein, dass der Lichtstreif bei einem bestimmten δ einschneidet, misst den zugehörigen Bogen ε_0, der mit Bezug auf δ corrigirt wird, und erhält α wie früher. Dieses Verfahren wurde mit Erfolg bei Pyritoëderflächen angewandt, welche

Digitized by Google

die bekannte Streifung parallel oder senkrecht zur Grundkante besassen. Die erzielbare Genauigkeit hängt bei diesen Messungen sehr von der Präcision des Centralreflexes *a* ab.

2. Schimmermessungen.

Schimmermessungen können zwar niemals die Sicherheit einer goniometrischen Messung des Lichtbildes erreichen. Dennoch sind sie zur Controle ganz erwünscht und in manchen Fällen zur Orientirung unentbehrlich. Häufig sind die Lichtbilder wegen der Kleinheit der reflectirenden Flächenelemente undeutlich; unter dem Mikroskop kann dagegen das Aufblitzen sehr kleiner Flächen noch wahrgenommen werden.

Bei den Schimmermessungen wurde das Präparat mit der geätzten Fläche senkrecht zur Drehungsaxe auf den Mikroskoptisch gebracht und durch eine in geeigneter Weise aufgestellte Petroleumlampe erleuchtet. Wenn bei der Drehung des Objecttisches nacheinander verschiedene Schaaren von Aetzflächen schimmern, so misst die Drehung des Objecttisches den Azimutwinkel zwischen jenen Schimmerstellungen, d. i. den Winkel zwischen den Zonenkreisen, welche durch die Normalen der geätzten Fläche und die schimmernden Aetzflächen gelegt werden.

Das Eintreten eines deutlichen Schimmers ist indessen nicht nur von der richtigen Azimutstellung des Präparates gegen die Einfallsebene abhängig, welche durch die Lichtquelle und die Drehungsaxe bestimmt wird, sondern auch durch die richtige Wahl des Einfallswinkels, welchen der einfallende Strahl mit der Drehungsaxe und mit der Axe des Mikroskopes einschliesst. Fallen die beiden letzteren Richtungen, wie dies bei der gewöhnlichen Art der Beobachtung der Fall ist, zusammen, so können nur Flächenelemente schimmern, deren Normalen mit der Normale der geätzten Fläche einen Winkel einschliessen, der halb so gross ist, als der Einfallswinkel. Da aus praktischen Gründen dieser Winkel 80° nicht viel überschreiten kann, wird man höchstens unter 40° geneigte Aetzflächen der Schimmermessung unterziehen können. Wie in diesen Fällen bei Horizontalstellung der Mikroskopaxe gleichzeitig Azimut- und Incidenzwinkel gemessen werden können, wurde in einem früheren Aufsatze gezeigt. [1])

[1]) Diese Mitth. VII, pag. 212.

Digitized by Google

Man kann die oben erwähnte Grenze von 40° bedeutend erweitern, indem man die Mikroskopaxe mit der Drehungsaxe nicht zusammenfallen lässt, sondern zwischen die Richtung des einfallenden Strahles und die Drehungsaxe bringt. Zu diesem Behufe wird das Mikroskoprohr aus dem Stativ des umgelegten Mikroskopes entfernt und seitwärts, ebenfalls horizontal, an einem besonderen Stativ befestigt.

Durch geeignete gegenseitige Stellung der Drehungsaxe des Mikroskoptisches, der Mikroskopaxe und des einfallenden Strahles ist man dann im Stande, auch sehr steile Flächenelemente der Schimmermessung zu unterziehen. Mit meinen jetzigen Mitteln war es aber nicht möglich, auch bei dieser Versuchsanordnung den Einfallswinkel und den Winkel zwischen Mikroskop- und Drehungsaxe zu bestimmen, was erforderlich wäre, um annähernd den Winkel zu erfahren, den die schimmernden Flächenelemente mit der geätzten Fläche einschliessen. Auch leidet dieses Verfahren noch an grosser Unbequemlichkeit und Umständlichkeit und ist daher noch der Verbesserung bedürftig.

Die mittelst Schimmermessung gewonnenen Schimmer-Azimute können dann leicht verwendet werden, wenn wenigstens eine Schaar von Aetzflächen in einer bekannten Zone liegt, oder, wenn das nicht der Fall ist, auch dann, wenn die geätzte Fläche Symmetrielinien besitzt. Gleiche Schimmerstellungen müssen sich dann rechts und links wiederholen, der halbe Azimutwinkel zwischen beiden bestimmt das Azimut gegen die Symmetrielinie.

Schwieriger ist die Beziehung der Schimmer-Azimute bei Flächen ohne Symmetrielinie. Auf der Oktaëderfläche des Pyrit tritt nach der Aetzung Schimmer in drei Azimuten auf, welche untereinander 120° einschliessen. Wie aber diese Richtungen auf der Oktaëderfläche orientirt sind, ist erst zu ermitteln.

Ich versuchte die Lösung dieser Aufgabe auf folgendem Wege, welcher der Bestimmung der Auslöschungsrichtung in einer Krystallplatte nachgebildet ist.

Auf dem Objecttisch ist eine Linie eingerissen, welche durch den Drehungsmittelpunkt geht. An dieselbe wird eine Glasplatte mit abgeschliffenem Rande angelegt und der Objecttisch so lange gedreht, bis die im Mikroskop sichtbare Kante parallel ist mit dem Verticalfaden des Oculares. Dann wird vor dem Objecttisch ein

Digitized by Google

Senkel aufgehängt und eine in passender Entfernung aufgestellte Petroleumlampe (Flachbrenner, mit der schmalen Seite dem Mikroskop zugekehrt) so lange verschoben, bis der Schatten des Senkelfadens die eingerissene Linie am Objecttisch genau deckt. Alsdann geht die Einfallsebene des Lichtes durch den Verticalfaden im Ocular.

Nun bringt man den geätzten Krystall auf den Objecttisch, stellt erst eine bestimme Kante auf den Verticalfaden im Ocular ein, dann die zu messende Schaar von Aetzflächen auf das Schimmermaximum. Die Ablesungsdifferenz gibt den Winkel zwischen Schimmer-Azimut und der betreffenden Kante.

Darstellung der Resultate.

Das Hauptaugenmerk bei den folgenden Untersuchungen war darauf gerichtet, in jedem speciellen Fall die Position der Aetzflächen durch Messung möglichst genau zu ermitteln und die gefundene Position in eine Projection einzutragen. Schon die bisherigen Untersuchungen haben ergeben, dass die Aetzflächen in ihrer realen Lage keineswegs immer Flächen mit einfachen Indices entsprechen, ja dass sie häufig nicht einmal genau in der von der Theorie geforderten primären Zone liegen. Einseitige Abweichungen von der Aetzzone fanden bei den bisher untersuchten Mineralen nur dann statt, wenn die Aetzfigur auf einer ausserhalb der „Aetzzone“ liegenden Fläche war erzeugt worden. Diese Abweichungen wurden durch „Schleppung“ erklärt, sie haben mit dem molecularen Bau nichts zu thun.

Beim Pyrit kommen solche einseitige Abweichungen auch in solchen Fällen vor, wo sie durch „Schleppung“ nicht erklärt werden können; sie sind hier im Krystallbau begründet. Um so grösseres Gewicht musste auf eine möglichst genaue, von willkürlicher Deutung befreite Symbolisirung und Projection der Aetzflächen gelegt werden. Eine solche Willkür läge aber darin, wenn anstatt der unmittelbar durch die Rechnung gegebenen irrationalen Indices naheliegende einfache, rationale Indices eingesetzt würden. Daher wurde diese einfache Symbolisirung grundsätzlich unterlassen. Es wird Gegenstand eines besonderen Abschnittes sein, auch hier den Zusammenhang mit dem Parametergesetz zu verfolgen. Die Symbole der Aetzflächen sind so berechnet, dass der letzte Index = 1000 wird. Da bei der Darstellung immer von den Flächen des Krystallraumes 001 . 101 . 111

Digitized by Google

ausgegangen wurde, erscheinen die beiden ersten Indices in der Regel als dreiziffrige ganze Zahlen. Mehr Ziffern anzugeben hat keinen Sinn, da schon die dritte Stelle nach der Natur der Messungen unsicher ist. Der letzte Index 1000 wurde als selbstverständlich weggelassen. Die Indices bestehen daher aus zwei meist dreiziffrigen Zahlen. Die angenommene Symbolisirung (welche dem jüngst erschienenen 1. Heft des „Index der Krystallformen" von Goldschmidt entlehnt ist) empfiehlt sich insbesondere auch deshalb, weil von derselben leicht zur Projection übergegangen werden kann.

Bei der Darstellung ist festgehalten, dass sich alle Angaben auf die Flächen im Oktanten vorne, oben, rechts beziehen, speciell auf die Flächen 001, π(102), 101, π(201), 111.

Um bei Besprechung einzelner Krystalle die schleppende Fundortsbezeichnung zu vermeiden, ist mit einer römischen Ziffer auf das Fundortsverzeichnis pag. 240 hingewiesen. Eine arabische Ziffer daneben bezieht sich auf die Nummer des Krystalls in meinem Beobachtungsbuch. Die hinter den berechneten Indices stehende Ziffer in Klammer verweist auf ein Verzeichnis und eine Projection der Aetzflächen, welche im dritten Abschnitt dieser Arbeit zur Behandlung gelangen werden.

Von den verschiedenen Aeztmitteln zeigten einerseits die Säuren, andererseits die Alkalien grosse Uebereinstimmung, gegeneinander gehalten dagegen grosse Verschiedenheit. Daher wird zusammenfassend zuerst das Verhalten aller untersuchten Flächen gegen Säuren, sodann gegen Alkalien geschildert.

I. Aetzung mit Säuren.

1. Würfelfläche 001.

Auf der Würfelfläche des Pyrit erhält man je nach Art und Concentration der angewandten Säure etwas verschiedene Figuren, die aber doch viel Gemeinsames besitzen. Besonders charakteristisch ist, dass alle angewandten Säuren nach kurzer Einwirkung eine Streifung entstehen lassen, welche sich übrigens auch nach längerer Aetzdauer zwischen den tieferen Aetzgrübchen deutlich erhält. Die Streifung ist stets parallel mit der Combinationskante von π(102). Sie wird hervorgebracht durch enger- oder weiterstehende, rinnenförmige Aetzgrübchen, deren Form übrigens von einem langen

Digitized by Google

schmalen Rechteck zu kahnförmigen Gestalten wechselt. Die mit verdünnter Salpetersäure hervorgebrachten nähern sich mehr der ersten, die durch Salpeter-Salzsäure und rauchende Salpetersäure hervorgebrachten der zweiten Form. Dazwischen kommen in regelloser Vertheilung, reichlich bei I und VII, spärlich bei III, V, VIII, tiefere Aetzgrübchen vor. Während die Streifung offenbar im Krystallbau bedingt ist, scheinen die tieferen Grübchen durch irgendwelche Störungen desselben veranlasst zu sein, welche nur dem Krystallbau gemäss ausgeweitet und ausgestaltet werden.

a) Verdünnte Salpetersäure.

Bei einer Verdünnung von 1 Theil der concentrirten Säure auf 3—5 Theile Wasser ist bei der Temperatur des Wasserbades eine Aetzdauer von 5 Minuten erforderlich. Sehr störend ist bei dieser Procedur die Abscheidung von Schwefel, welcher sich in halbkugeligen Tropfen wahrscheinlich amorph auf der Oberfläche festsetzt. Derselbe ist selbst durch Schwefelkohlenstoff nur schwierig zu entfernen.

An Krystallen verschiedener Fundorte erhielt ich bei der angegebenen Art zu ätzen neben den schon erwähnten schmalen Rinnen und neben unregelmässigen rundlichen Gruben regelmässige Aetzfiguren von der Form Fig. 1, Taf. II. Zwei Langseiten entsprechen einem $\pi(h\,0\,k)$, die Bodenfläche 001, die kurzen Seitenflächen sind rauh ausgezackt, stellen also gar keine ebenen Flächen dar. Selten erscheinen auch die kurzen Seitenflächen eben, dann aber weit steiler als die Langseiten, muthmasslich durch die zugehörigen Flächen $\pi(0\,k\,h)$ gebildet.

Ueber die Lage der Aetzflächen gibt die Lichtfigur Aufschluss. Dieselbe stellt eine lange Lichtlinie dar; der Centralreflex *(h)* ist erhalten, am Ende finden sich deutliche Culminationen *(p)*.

Bei einem Krystall (VII . 173) ergaben dieselben auf zwei Würfelflächen folgende Zahlen:

$$\begin{array}{l} hp_1 = 21^\circ\,26'\,;\ 21^\circ\ \ 7' \\ hp_2 = 21^\circ\,31'\,;\ 21^\circ 59' \end{array} \quad \text{Mittel: } hp = 21^\circ\,31'$$

$$p = (394\,.\,0) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1).$$

Ein Würfel (I . 201) gab folgende Zahlen:

$$\begin{array}{lll} \text{1.} & \text{2.} & \text{3. Würfelfläche} \\ hp_1 = 20^\circ\,37'\,; & 20^\circ\,28'\,; & 20^\circ\,48' \\ hp_2 = 21^\circ\ \ 6'\,; & 21^\circ\ \ 9'\,; & 20^\circ\,47' \end{array} \quad \text{Mittel: } hp = 20^\circ\,49'$$

$$p = (380\,.\,0) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2).$$

Digitized by Google

b) Salpeter-Salzsäure.

Die bei Anwendung dieses Aetzmittels entstehenden Figuren sind mannigfaltig. Am häufigsten trifft man Figuren von der Form Taf. II, Fig. 2 *a* und 2 *b*. Dieselben bestehen aus einem tieferen Theil, welcher die Form eines vertieften Pentagon-Dodekaëders wiedergibt, und aus einem flacheren, welcher einen rhombischen Umriss hat und von 4 Flächen eines Dyakis-Dodekaëders gebildet wird.

Der tiefere Theil wird in den am regelmässigsten ausgebildeten Figuren von 8 Flächen umschlossen, welche die Lage von Pentagon-Dodekaëderflächen haben. Es tragen nicht nur die 4 gegen die geätzte Fläche geneigten, sondern auch die senkrecht zur geätzten Fläche orientirten Dodekaëderflächen zur Begrenzung bei. Der Anblick der Figur lehrt, dass das betreffende Pentagon-Dodekaëder von π (102) nicht stark abweicht. Die regelmässige Form findet sich aber kaum in der Hälfte der Fälle ungestört. Sehr häufig sieht man Formen, wie sie Fig. 2 *c*—*e* zeigt, die sich durch ungleiche Ausdehnung derselben Flächen erklären lassen. Aehnliche Verzerrungen treten oft gruppenweise auf.

Für die Bestimmung der Dyakis-Dodekaëderflächen π sind jene Formen wichtig, an denen nur die benachbarten Dodekaëderflächen betheiligt sind: Fig. 2 *f* und 2 *g*. Man sieht, dass diese mit den Flächen π annähernd parallele Kanten bilden.

Der Raum, welcher von tieferen Aetzfiguren frei bleibt, ist von schmalen, rinnenförmigen, an den Enden öfter ausgezackten Aetzgrübchen *(h)* eingenommen, die den Eindruck einer feinen Riefung hervorbringen.

Die Lichtfigur eines Krystalles (I. 180 *a*), welcher eine Minute geätzt war, zeigt Fig. 3. Die Reflexe der entfernteren Dodekaëderflächen sind nicht eingezeichnet. Bei kurz dauernder Aetzung sind sie zu lichtschwach, um gemessen zu werden. An der gezeichneten Lichtfigur sind daher nur jene Flächen betheiligt, welche die Aetzfigur Fig. 2 *f, g* bilden.

Die Messung ergab:

$hp_1 = 23^0\,14'$	$hp_2 = 22^0\,36'$	Mittel: $hp = 22^0\,55'$
$h\pi_1 = 27^0\,40'$	$h\pi_3 = 29^0\,\,2'$	
$h\pi_2 = 27^0\,58'$	$h\pi_4 = 28^0\,45'$	$h\pi = 28^0\,21'$
$\pi_1\pi_2 = 26^0\,26'$	$\pi_3\pi_4 = 27^0\,\,9'$	$\pi\pi = 26^0\,48'$

Digitized by Google

Hieraus ergibt sich:

$$p = (423 . 0) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3).$$
$$\pi = (470 . 263) \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4).$$

Unter dem Mikroskop zeigt eine solche Würfelfläche Schimmer in sechs Stellungen, zwei, wenn das Licht senkrecht zur Kante von π (102) einfällt, entsprechend p, vier in schräger Stellung, entsprechend π. Für die Schimmerstellungen wurden am Theilkreis folgende Azimute abgelesen:

π_1	p_1	π_2	π_3	p_2	π_4
186·8	214·1	242·9	3·7	33·4	59·7

Dies gibt für den Winkel $ph\pi$ folgende Werthe:

27·3, 28·8, 29·7, 26·3 Mittel 28·3°.

Die Rechnung ergibt für denselben Winkel unter Zugrundelegung der goniometrisch bestimmten Position von π 29° 17′.

Bei einem zweiten ähnlich behandelten Krystall wurde dieser Winkel bestimmt zu 26·2°.

Ein glänzender glatter Würfel (VIII . 235), welcher in ähnlicher Weise behandelt wurde, zeigte nur spärlich die tieferen Aetzgrübchen, ganz vorherrschend die flachen kahnförmigen Rinnen. Bei den tieferen Aetzfiguren herrschen die Dyakis-Dodekaëderflächen vor, der tiefere Theil erscheint in der Mitte des rhombischen Grübchens ganz klein (Taf. II, Fig. 4). Das Lichtbild zeigt auch einige Abweichungen. Zwischen h und p tritt noch eine allerdings sehr lang gestreckte, aber lichtstarke Culmination p' auf, offenbar den so stark entwickelten, kahnförmigen Rinnen entsprechend.

Die Messung ergab:

$h\,p_1 = 26^0\,27'$
$h\,p_2 = 26^0\,26'$ Mittel $hp = 26^0\,26{\cdot}5'$

$h\,p_1' = 9^0\,57'$
$h\,p_2' = 10^0\,27'$ $hp' = 10^0\,12'$

$h\,\pi_1 = 26^0\,55'$ $h\,\pi_3 = 26^0\,32'$
$h\,\pi_2 = 27^0\,4'$ $h\,\pi_4 = 27^0\,19'$ $h\pi = 26^0\,59'$

$h_1\,\pi_1 = 79^0\,5'$ $h_2\,\pi_3 = 79^0\,43'$
$h_1\,\pi_2 = 79^0\,22'$ $h_2\,\pi_4 = 78^0\,40'$ $h_1\pi = 79^0\,12'$ [1])

[1]) Die Flächen h_1 und h_2 sind die benachbarten Würfelflächen 010 und $0\bar{1}0$.

Digitized by Google

Aus diesen Messungen ergibt sich:

$$p = (498 . 0) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5).$$
$$p' = (180 . 0) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6).$$
$$\pi = (463 . 210) \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (7).$$

Aus der Position von π berechnet sich der Schimmerwinkel $\pi_1 h \pi_2$ zu 48° 52′, derselbe wurde beobachtet zu 52·0°.

Bei längerer Aetzdauer zeigen die Krystalle von Traversella einige bemerkenswerthe Aenderungen in der Lichtfigur, welche mit einer stärkeren Ausprägung der Disymmetrie der einzelnen Aetzfiguren Hand in Hand geht.

Fig. 5 zeigt das Lichtbild eines Krystalles (I . 185), welcher 3 Minuten in Salpeter-Salzsäure geätzt worden war. Die Figur ist, um Raum zu sparen, in stereographischer Projection eingetragen. Am Lichtbild zeigt sich die vollkommenste Symmetrie. Zu den schon von früher bekannten Reflexen p und p' und π tritt noch in grösserer Entfernung von h, die beiden π-Reflexe verbindend, ein Lichtbogen φ hinzu. Ferner kommen Reflexe hinzu, welche auf die beiden steiler abfallenden Flächen des Centraltheiles zu beziehen sind. Dieselben bestehen aus je einem Lichtbogen, welcher dem φ analog ist, (φ) und je zwei undeutlichen Culminationen am Ende desselben (π).

Das Lichtbild zeigt folgende Abmessungen:

$h\,p'_1 = 12^0\,14'$ Mittel $hp' = 12^0\,19'$ $p' = (218 . 0)$ . . (8).
$h\,p'_2 = 12^0\,24'$

$h\,p_1 = 23^0\,12'$ $hp = 23^0\,28'$ $p = (434 . 0)$ . . (9).
$h\,p_2 = 23^0\,44'$

$h\,\varphi_1 = 30^0\,15'$ $h\varphi = 30^0\;4'$ $\varphi = (579 . 0)$. (10).
$h\,\varphi_2 = 29^0\,53'$

$h\,\varphi_1 = 58^0\;8'$ $h\varphi = 58^0\,27'$ $\varphi = (0 . 1629) =$
$h\,\varphi_2 = 58^0\,46'$ $= (614 . 0)$. (11).

$h\,\pi_1 = 31^0\,12'$ $h\pi_3 = 31^0\,53'$ $h\pi = 31^0\,35'$
$h\,\pi_2 = 31^0\,29'$ $h\pi_4 = 31^0\,48'$

$\pi_1\pi_2 = 33^0\,52'$ $\pi_1\pi_2 = 33^0\,50'$ $\pi = (511 . 342)$ (12).
$\pi_3\pi_4 = 33^0\,48'$

$h\,\pi_1 = 60^0\,55'$ $h\pi_3 = 61^0\,54'$ $h\pi = 61^0\,37'$
$h\,\pi_2 = 61^0\,50'$ $h\pi_4 = 61^0\;1'$

$\pi_1\pi_2 = 116^0\,53'$ $\pi_1\pi_2 = 116^0\,54'$ $\pi = (460 . 1792) =$
$\pi_3\pi_4 = 116^0\,55'$ $= (558 . 257)$ (13).

Digitized by Google

Der Complex $\pi_1 \varphi \pi$ zeigt im Allgemeinen grosse Aehnlichkeit mit dem Complex $\pi \varphi \pi$. Man könnte sagen, von einem Lichtbilde, welches gegen 010 so liegt, wie der mittlere Theil zu 001, hat die stärkere Aetzung den äussersten Rand enthüllt. Allerdings ist die Aehnlichkeit der gegenseitigen Lage von π und φ mit der von π und φ grösser als diejenige der Positionen gegen die nächst gelegenen einfachen Zonen. Dies wird sofort deutlich, wenn man π und φ in den Krystallraum zwischen 001 . 101 . 111 überträgt. Es ergeben sich dann die zweiten Zahlen, welche ebenso wie die Vergleichung der bezüglichen Projectionspunkte in Fig. 45, Taf. IV den Unterschied erkennen lassen. Der Grund dieser Verschiedenheit kann zum Theil in der „Schleppung" gefunden werden. In der That liegt φ näher an 001 als eine zu φ gehörige Fläche thun würde. Weniger klar ist der Zusammenhang bei den π-Flächen, welche übrigens ungleich weniger sicher bestimmt sind.

Wären die betreffenden Flächen nicht gar zu steil geneigt gegen 001, so würde es möglich sein, auch noch Theile der um 100 gruppirten Lichtfigur zu beobachten. Schon bei diesen Beobachtungen tritt das Verhältnis deutlich hervor, dass in den Krystallräumen, welche dem zwischen 101 . 111 . 100 nach dem Gesetz der pyritoëdrischen Hemiëdrie analog sind, keine Aetzflächen auftreten.

Wir wollen nun, die Betrachtung der Lichtfigur verlassend, zu den Aetzfiguren übergehen. Zunächst beobachtet man auf der geätzten Fläche ein eigenthümlich fleckiges Aussehen (vergl. Taf. IV, Fig. 44). Manche Stellen erscheinen sehr glänzend, wenig geätzt *(a)*; sie liefern hauptsächlich die inneren Theile der Lichtfigur, die Verbreiterung von *h* und *p'*; hier herrschen die oft genannten, flachen, kahnförmigen Rinnen. Nebst dem treten grössere regelmässige Aetzfiguren auf, welche der Fig. 2 *a* gleichen, und welche die Reflexe *p* und π liefern.

Andere Theile der Fläche, und zwar die grössten sind stärker geätzt, erscheinen minder glänzend *(b)*. Sie sind massenhaft von tiefen Aetzfiguren bedeckt, welche eng gedrängt stehen, so dass vielfach nur die Centraltheile zu sehen sind, während die Rhomben von π gebildet, spärlich auftreten.

Diese Felder sind von zweierlei entgegengesetzter Orientirung, die einen zeigen lauter Aetzfiguren der Form Fig. 2 *e*, die anderen lauter Aetzfiguren von der Form *d*. Die ersten geben im Lichtbild den

Digitized by Google

Reflex φ_2, die anderen den Reflex φ_1. Während die ersten bei Einstellung auf den Reflex φ_2 lebhaften Schimmer zeigen, sind die anderen dunkel, und umgekehrt. Stellt man den Reflex π ein, so erscheint der Schimmer ganz gleichmässig über die Fläche verbreitet. Auch bei Einstellung von *p* schimmern zwar vorherrschend die glänzenden Felder *a* in einzelnen Punkten, vereinzelt flimmern aber auch in den Feldern *b* Pünktchen auf. Bei Einstellung der Reflexe *p'* und *h* schimmern blos die glänzenden Felder *a*, während die Felder *b* ganz dunkel sind. Bei Einstellung der Reflexe π und φ ist der Schimmer ebenfalls über die ganze Fläche ziemlich gleichmässig verbreitet.

Somit würden die Felder *a* ein disymetrisches Lichtbild liefern, bestehend aus den Reflexen *h*, beiden *p'*, beiden *p*, allen vier π. Man erkennt darin unschwer das Bild, welches in Fig. 3, Taf. II. nach kürzerer Aetzdauer dargestellt ist.

Die Felder b_1, welche die Aetzfiguren *e* tragen, hätten für sich ein monosymmetrisches Lichtbild, bestehend aus φ_1 und den vier π, die Felder b_2, welche die Aetzfiguren *d* tragen, hätten ein ebenfalls monosymmetrisches Lichtbild, bestehend aus den vier π und φ_2.

Die Vertheilung der verschiedenen Felder ist eine regellose, die Begrenzung nirgend eine gradlinige. Ich beschränke mich hier auf die blosse Beschreibung; ein Erklärungsversuch soll später folgen.

c) Rauchende Salpetersäure.

Dieses Aetzmittel liefert bei sehr kurzer Einwirkung (20 Sec.) scharfe Aetzfiguren. Fig. 6 zeigt häufig vorkommende Typen. Der Hauptunterschied gegenüber den Figuren, welche Salpeter-Salzsäure hervorruft, liegt in dem Mangel des stark vertieften Centraltheiles, ferner darin, dass die $\pi(hkl)$ Flächen mit den $\pi(h0l)$ keine parallelen, sondern gegen den Rand der Figur convergirende Kanten bilden. Manchmal fehlen die $\pi(h0l)$ gänzlich: anderseits kommen lang-kahnförmige flache Figuren vor, die schliesslich in eine zarte Riefung übergeben.

Sehr häufig finden sich auch hier monosymmetrische Figuren, bald solche verschiedener Stellung vermischt, bald gruppenweise parallel gestellt.

Bei kurzer Dauer der Einwirkung sind die Aetzfiguren zu klein, um ein deutliches Lichtbild zu liefern. Unter dem Mikroskop

Digitized by Google

beobachtet man dagegen deutliche Schimmererscheinungen. Fällt das Licht senkrecht zur Combinationskante mit $\pi(102)$ ein, so zeigt sich ein über die ganze Fläche verbreiteter matter und wenig präciser Schimmer, der infolge dessen schwierig zu fixiren ist. Er entspricht der feinen Streifung. Bei Drehung nach rechts und links treten dann in symmetrischen Stellungen einzelne glänzende Punkte hervor; dieselben zeigen zu beiden Seiten der Ausgangsstellung je zwei Maxima; ein inneres, hervorgebracht durch zahlreiche kleine schimmernde Punkte, ein äusseres, hervorgebracht durch spärliche, aber grössere Flächen. Die beiden Schimmerstellungen links und rechts schliessen folgende Winkel ein:

$$I_l \,.\, I_r = 26{\cdot}8^0 \text{ berechnet } [1\bar{4}0]\ 28^0\,2'$$
$$II_l \,.\, II_r = 52{\cdot}7^0 \qquad\qquad [1\bar{2}0]\ 53^0\,8'$$

Die Schimmerstellungen fallen ungefähr in die Zonen $[1\bar{4}0]$ und $[1\bar{2}0]$, welche die oben unter „berechnet" geschriebenen Winkel verlangen. Die erste entspricht den langgezogenen Figuren, Fig. 6 *b*, die zweite den grösseren Figuren, Fig. 6 *a*, Taf. II.

Uebrigens findet der Eintritt des Schimmers in den bezeichneten Stellungen nicht präcise statt, sondern man beobachtet bei der Drehung von der Ausgangsstellung, dass erst einige wenige Punkte aufleuchten, dass ihre Zahl bei weiterer Drehung zunimmt bis zu einem Maximum, dann ebenso wieder abnimmt. Die Einstellung erfolgt auf das allerdings schwer festzuhaltende Schimmermaximum.

Diese Beobachtung wird durch die mikroskopische Betrachtung der Gelatineabgüsse bestätigt, welche zeigt, dass zwischen den feinen Riefen, den Figuren *b* und *a*, alle möglichen Uebergänge vorkommen. So zeigt auch der rhombische Umriss der grösseren Figur *a* sehr verschiedene Winkel.

Bei etwas länger dauernder Aetzung nehmen besonders bei *I* die grossen Aetzfiguren an Menge zu und werden bedeutend grösser; dann beobachtet man auch ein Lichtbild, welches freilich an Schärfe das Lichtbild der Salpeter-Salzsäure bei weitem nicht erreicht. Fig. 7 zeigt dasselbe nach einem Würfel (I. 301), welcher 3 Minuten geätzt worden war.

Man erkennt wiederum eine Linie mit Culminationen an den Enden, die $\pi(hkl)$-Flächen sind nicht durch gesonderte Reflexe, sondern durch divergirende Lichtschweife ausgeprägt, welche sich

Digitized by Google

an die Endculminationen p anschliessen. Diese zeigen folgende Abmessungen:

$$hp_1 = 25^0\,50' \quad \text{Mittel } hp = 25^0\,54' \quad p = (459\,.\,0) \quad . \quad . \quad (14).$$
$$hp_2 = 25^0\,58'$$

Bezüglich der $\pi\,(hkl)$-Flächen ergibt sich sowohl aus der Betrachtung der Aetzfigur als aus dem Lichtbild, dass dieselben in eine andere Zone fallen müssen als die analogen Flächen, welche Salpeter-Salzsäure hervorbringt. Wir werden auf diesen Punkt bei der Besprechung der Pyritoëderfläche zurückkommen.

Bei der Aetzung der Würfelfläche mit Säuren treten gewisse gemeinsame Züge hervor, die hier nochmals zusammengestellt werden mögen.

Besonders charakteristisch ist das Auftreten einer Streifung parallel jener Würfelkante, welcher die Combinationskante mit π (102) parallel geht.

An den Aetzfiguren betheiligen sich vornehmlich Flächen von positiven Pentagondodekaëdern, und zwar hauptsächlich solche, welche zwischen π (102) und 001 liegen; spärlich kommen solche vor, die zwischen π (102) und 101 liegen. Von den Pentagondodekaëdern liegen viele nahe bei π (102). Man könnte somit nach dem bisherigen Gebrauch die Zone [π (102) . 001] als Hauptätzzone bezeichnen.

Die Dyakisdodekaëderflächen variiren in ihrer Lage je nach der angewandten Säure, können auch gänzlich fehlen. Es wurden ausschliesslich Flächen von positiven Dyakisdodekaëdern beobachtet.

Auf die ausserordentlich grosse Aehnlichkeit der Aetzfiguren des Pyritwürfels mit denen, welche auf der Dodekaëderfläche von Bleiglanz und Magnetit, ferner auf der Würfelfläche von Zinkblende von mir beobachtet wurden, ferner auf die grosse Aehnlichkeit im Verhalten der Flächen (100) und (001) am Aragonit nach v. Ebner[1]) mag hier beiläufig hingewiesen werden.

---

[1]) Sitzungsber. Wien. Akad. Bd. 91. II. Abth.

Digitized by Google

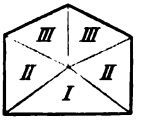
2. Pyritoëderfläche π (102).

Ich beginne mit der Schilderung der Aetzfiguren, welche

a) Salpeter-Salzsäure

hervorruft. Dieselben sind insoferne den Aetzfiguren auf 001 analog, als man auch hier einen flacheren und einen tiefer eingesenkten Theil unterscheiden kann. Auch sind die Flächen, welche sich dabei betheiligen, von ähnlicher Lage wie auf der Würfelfläche.

Der tiefer eingesenkte Theil allein wurde schon von G. Rose beobachtet und gezeichnet. In der Regel zeigt er fünfseitigen Umriss (vergl. hierzu die nebenstehende Figur *a*). Eine der Seitenflächen *(I)* liefert stets eine der Grundkante des Pyritoëders parallele Kante. Die anderen verlaufen beiläufig so wie die vier anderen Kanten der Pyritoëderfläche, gehen ihnen jedoch nicht strenge parallel. Schon G. Rose beobachtete, dass die Seitenflächen *II* häufig mit parallelen Kanten einschneiden (Taf. II, Fig. 8 *a*, *b*, *c*) auch der von den Flächen *III* gebildete Winkel am Scheitel ist häufig merklich stumpfer als 121° 30′, was den Flächen π (210) und π ($2\bar{1}0$) entsprechen würde. Bisweilen wird dieser tiefere Theil sechseckig, indem an Stelle der einfachen Fläche *I* zwei Flächen treten (Fig. 8 *a*, *e*); auch rechteckige Formen kommen vor, wenn statt der beiden Flächen *III* eine einzige auftritt (Fig. 8 *b*).



Das Innere dieses vertieften Theiles ist schwer zu beurtheilen, da die betreffenden Flächen sehr steil niedersteigen. Bisweilen scheint der Boden durch ein der geätzten Fläche paralleles Fünfeck gebildet (Fig. 8 *c*), in anderen Fällen vereinigen sich die Flächen, wie es scheint, zu einer Spitze (Fig. 8 *g*). Bei den Sechsecken (Fig. 8 *a*, *e*) erhält man bisweilen den Eindruck, als würden die unteren Kanten durch überhängende Wände gebildet, der Hohlraum also unter die Ränder in schräger Richtung nach unten eingesenkt sein; dann wären die unteren Flächen die parallelen Gegenflächen zu *III*.

Am besten lassen sich noch die unpaaren Flächen *I* übersehen. Dieselben liegen constant und genau in der Zone [102 . 001], lassen häufig mehrere in derselben Zone liegende Facetten erkennen und sind überhaupt das constanteste Element der sonst sehr mannigfaltigen Figuren.

Digitized by Google

Zu dem flacheren Theil der Figuren übergehend, bemerken wir zunächst, dass derselbe nach unten mit einer ziemlich steilen Fläche abschliesst, welche sich häufig geradezu als die erweiterte Fläche *I* des vertieften Theiles darstellt (Fig. 8*f*), in anderen Fällen kann sie auch in der Mitte des vertieften Theiles ansetzen. Auch diese Fläche zeichnet sich durch Geradlinigkeit und Regelmässigkeit aus. Nach oben hin folgen zwei paarige und eine unpaarige Fläche. Die zwei paarigen, welche die Seitenränder bilden, sind vollkommen glatt und glänzend (π), manchmal etwas gekrümmt, bei guten Figuren machen sie parallele oder unter einem kleinen nach oben offenen Winkel[1]) geneigte Kanten mit der Pyritoëderfläche (vergl. Fig. 8*d*, *e*). Dies kann aber nur in dem seltenen Falle beobachtet werden, als eine einzelne Aetzfigur isolirt auftritt. Wenn sie sich mit anderen verschneidet, entsteht häufig ein winkliger Verlauf des Randes (Fig. 8*f*). Die π-Flächen liegen also so wie die entsprechenden des Würfels in der Zone [π(102) . 010] oder aus dieser etwas gegen die Würfelfläche 001 verschoben.

Die unpaare Fläche (φ) unterscheidet sich auffallend von den paarigen Seitenflächen. Bei isolirten Figuren geht sie allmälig und ohne scharfe Kante in die geätzte Fläche über (Fig. 8*f*), ist stark und zwar häufig convex gekrümmt und nie glatt, sondern mit kleinen Aetzhügeln besetzt, von einer Form, wie wir sie später auf 101 wieder finden werden. Es macht ganz den Eindruck, als wäre die Aetzfigur hier nicht von einer durch den Molecularbau vorgezeichneten Fläche grossen Lösungswiderstandes, sondern durch eine Fläche geschlossen, welche nur der Ausebnung der entstandenen Vertiefung ihre Entstehung verdankt. Man könnte derartige Aetzflächen als „falsche“ Aetzflächen bezeichnen.

Nicht selten fehlt der tiefere Theil des Aetzgrübchens; dann wird die Figur doch am unteren Rande von einer steil abfallenden Fläche, welche der Lage von *I* entspricht, begrenzt.

Kleine flache Grübchen füllen dicht gedrängt den Zwischenraum zwischen den grösseren selbständigen Figuren (Fig. 8*h*). — Andererseits stehen oft, namentlich in der Mitte der Pyritoëderfläche,

---

[1]) Ich will in Hinkunft den Winkel zweier Richtungen auf der Pyritoëderfläche positiv nennen, wenn derselbe nach oben (gegen 001) offen ist, den umgekehrten negativ.

Digitized by Google

die Aetzfiguren so dicht, dass die flacheren Theile gar nicht zur selbständigen Entwicklung kommen (Fig. 9).

Das zugehörige Lichtbild zeigt Fig. 10 nach einem Krystall (II . 210), welcher 1 Minute geätzt worden war. Es ist das Lichtbild der beiden Flächen 102 und $\bar{1}02$ gezeichnet in Projection auf die Würfelfläche. Die mit p, p_1, p_2 bezeichneten Reflexe entsprechen den Flächen *I* der vertieften Figur; ausserdem besteht ein lang gezogener Reflex, welcher der Würfelfläche entspricht, der aber wegen Lichtschwäche nicht gemessen wurde. Auf jeder Pyritoëderfläche schimmern die in der Aetzzone liegenden Seitenflächen *I*, wenn die Reflexe p_1, p_2 derselben Seite, ausserdem auch, wenn h ferner p_1, p_2 und p der anderen Seite eingestellt werden.

Die Reflexe π entsprechen den gleich bezeichneten Flächen des flachen Theiles der Aetzfigur; sie liegen in der Zone [102 . 010]; der beide verbindende Lichtbogen entspricht der „falschen" Aetzfläche φ. Der hellste Theil desselben fällt allerdings in die Verlängerung der Zone [001 . 102], welche oben als Aetzzone bezeichnet wurde, ist aber durch eine scharfe Culmination, wie sie p_1 und p_2, selbst π darstellen, nicht bezeichnet.

Die Messung ergab:

$\varphi\varphi' = 57^0\,52'$		$\varphi = (553 . 0)$	. . . (15).
$pp' = 53^0\ 2'$		$p = 102$	
$p_1 p_1' = 46^0\,18'$		$p_1 = (427 . 0)$	. . . (16).
$p p_1 = 8^0\,56'$		$p_2 = (321 . 0)$	. . . (17).
$p \pi_2 = 9^0\,30'$	Mittel $p\pi = 9^0\,8'$	$\pi = (500 . 180)$	. . . (18).
$p \pi_2 = 8^0\,47'$			

Bezüglich der Seitenflächen *II* und *III* des tieferen Theiles der Aetzfigur wurden nur Schimmermessungen ausgeführt; dieselben erweisen in Uebereinstimmung mit dem früher Gesagten, dass dieselben den übrigen Flächen der Form π (102) nicht genau entsprechen. Es wurden die Azimutwinkel zwischen den entsprechenden Schimmerstellungen rechts und links gemessen. Dieselben werden + gezählt, wenn sie nach oben offen sind, — wenn sie nach unten offen.

$II_l\ II_r = +\ 170{\cdot}1^0$	berechnet	$+\ 154^0\,48'$
$III_l\ III_r = -\ 51{\cdot}0^0$		$-\ 58^0\,24'$

Unter berechnet sind die Winkel gesetzt, welche π (102) erfordern würde.

Digitized by Google

Da die mit *II* und *III* bezeichneten Flächen bei kurzer Aetzdauer keine deutlichen Reflexe gaben, wurden einige Krystalle längere Zeit der Aetzung ausgesetzt. Allerdings verlieren dann die π-Reflexe an Schärfe, da die Aetzfiguren sich in der Ausbildung des flacheren Theiles durch Ineinandergreifen stören.

Einigermassen gut entwickelt sind sie noch bei einem Krystall (II. 233) der Combination $\pi(210)(111)$, welcher 2 Minuten geätzt worden war.

Der Seitenfläche *I* entspricht eine Reihe von Einzelreflexen, welche seitlich scharf begrenzt in der Zone $[\pi(102).\pi(\bar{1}02)]$ liegen. Die Messungen, bei denen die anderen Krystallflächen verdeckt wurden, ergaben:

$$p\,p_1 = 27^0\,35' \qquad p_1 = (\bar{1}\bar{7}.0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19).$$
$$p\,p_2 = 41^0\,34' \qquad p_2 = (\bar{2}\bar{6}\bar{8}.0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20).$$
$$p\,p_3 = 52^0\,20' \qquad p_3 = (\bar{4}\bar{8}\bar{3}.0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21).$$

Dem flacheren Theil der Aetzfigur entspricht wiederum der Lichtbogen φ, und zwei Reflexe π, welche aus der Zone [102 . 010] etwas gegen 001 verschoben sind. Es wurde bei Einstellung der Zone $[\pi_1 . \pi_2 . 010]$ die Abweichung des Reflexes von p und der Winkel $\pi\pi$ bestimmt:

$$p\,\varphi = 2^0\,37' \qquad \varphi = (559.0) \quad . \quad . \quad (22).$$
$$\pi_1\,\pi_2 = 22^0\,45' \quad \eta \text{ von } p = 49'\,30'' \quad \pi = (482.224) \quad . \quad (23).$$

Aus dieser Position berechnet sich der Winkel $\pi_1\,p\,\pi_2$ zu $171^0\,48'$; die Messung mittelst Einstellung auf das Maximum des Schimmers, wobei indessen zu bemerken ist, dass dasselbe sehr wenig präcise ist, ergab $+\,167^0$ bei einem Incidenzwinkel von circa 11^0.

Zur Bestimmung der Seitenflächen *II* und *III* wurde folgender Weg eingeschlagen. Es wurden die Zonen $[p\,II]$ und $[p\,III]$ eingestellt, die Bögen gemessen und gleichzeitig die Abweichung η der Reflexe von 021 und 210 von den eingestellten Zonen bestimmt. Zur Controle wurden auch bei sehr schräger Incidenz die Schimmerwinkel $II_l\,II_r$ und $III_l\,III_r$ gemessen und mit dem aus der gefundenen Position berechneten verglichen. Die Resultate gibt folgende Tabelle.

Digitized by Google

	Winkel zu p	τ_1	Position	Uebertragen in den I. Krystallraum	Schimmerwinkel gerechnet	Schimmerwinkel gemessen
II	64° 56′	6° 25′	(264 . 2154)	(465 . 123) (24)	+ 168° 48′	+ 171·9°
III	59° 5′	6° 32·5′	(9037 . 3103)	(343 . 111) (25)	— 44° 14′	— 46°

In der Projectionsfigur, Taf. II, Fig. 11, sind die gefundenen Positionen mit Ringen eingezeichnet. Die von *II* entspricht, wie man sieht, ziemlich genau der Lage, welche die π-Reflexe der Lichtfigur von 021 oder 010 haben würden. Bezüglich *III* ergibt sich keine so einfache Beziehung.

Genauere Messungen konnten an einem horizontal gestreiften Pyritoëder (I . 302) angestellt werden. Dasselbe wurde ebenfalls 2 Minuten geätzt, zeigte sich indessen stärker angegriffen, die tiefen Aetzgrübchen stehen dicht gedrängt; daher ist der flache Theil der Aetzfiguren mangelhaft entwickelt und im Lichtbild fehlen π-Reflexe vollständig. Der Lichtbogen φ erscheint verdoppelt und ist am Ende in mehrere Spitzen ausgefranst, welche knapp bis zur Zone 102 . 010 reichen. Der Fläche *I* des tieferen Theiles der Aetzfigur entspricht ein einziger kräftiger Reflex, welcher ziemlich genau die Lage von $\bar{1}02$ hat. Die bezüglichen Messungen ergaben:

$$p\,p' = 53^\circ\,28' \qquad p' = (\bar{5}0\bar{7} \,.\, 0) \quad \ldots\ldots \quad (26).$$
$$p\,\varphi_1 = 2^\circ\;4' \qquad \varphi_1 = (546 \,.\, 0) \quad \ldots\ldots \quad (27).$$
$$p\,\varphi_2 = 4^\circ\,50' \qquad \varphi_2 = (610 \,.\, 0) \quad \ldots\ldots \quad (28).$$

Die Reflexe der Seitenflächen *II* und *III* sind hier sehr complicirt und bestehen aus mehreren gesonderten Reflexen. Bei *II* konnten 2 derselben (*a* und *b*) gemessen werden, noch andere verrathen sich durch Schimmer, entziehen sich aber wegen allzugrosser Steilheit der Messung am Goniometer. *III* liefert 4 getrennte Reflexe, *a*, *b*, *c*, *d* (vergl. Fig. 11, Taf. II.)

Zur Bestimmung der Position dieser einzelnen Reflexe wurden die Winkel zu p gemessen unter genauer Justirung der betreffenden Zone, gleichzeitig wurde der Winkel bestimmt, welchen die betreffende Zone mit der Grundzone [102 . $\bar{1}$02] einschliesst, welche an der Krystallfläche durch eine geradlinige Streifung, im Reflex durch

Digitized by Google

einen scharfen Lichtstreif markirt ist. Diese letztere Bestimmung erfolgte nach der pag. 244 auseinandergesetzten Methode.

Es wurden die Bestimmungen sowohl auf die rechts als auf die links liegenden Seitenflächen ausgedehnt. Zur Berechnung dienten die Mittelwerthe beider Bestimmungen.

In der auf pag. 262 und 263 unten folgenden Tabelle sind die auf die einzelnen Reflexe bezüglichen Messungen zusammengestellt, und zwar in den ersten beiden Columnen die Winkel mit *p* rechts und links, in der 3. das Mittel beider. Die 4. Columne enthält das δ, welches dem Lichtstreif (der Zone 102 . $\bar{1}$02) gegeben wurde; die 5. und 6. die Bögen ε, um welche bei dieser Einstellung der Centralreflex vom Mittelpunkt entfernt war, bereits mit der erforderlichen Correctur; die 7. das Mittel beider; die 8. das aus diesen Daten berechnete Azimut der eingestellten Zone. Ausgangspunkt der Zählung ist die Zone 102 . $\bar{1}$02. Das Azimut ist + oder — bezeichnet, je nachdem der betreffende Winkel nach oben (gegen 001) oder nach unten offen ist. Die 9. die Position des Reflexes, die 10. die in den I. Krystallraum übertragene Position, die 11. die Nummer, welche auf die Projection, Taf. IV, Fig. 45, hinweist.

Bei der Einstellung der Zone [*p* . *III b*] ging auch der Reflex von 210, beziehentlich 2$\bar{1}$0 durch das Gesichtsfeld. Die beobachteten δ waren 3·5 und 4·3 Theilstriche; im Mittel 3·9 oder 1° 5·5′. Wird hieraus das Azimut des Reflexes *III b* berechnet, so erhält man —30° 3′ was von dem oben gefundenen —30° 6′ nur um 3′ abweicht. Diese Uebereinstimmung zeigt, dass die angewandten Methoden brauchbare Resultate liefern.

Zur weiteren Controle wurden nun noch Schimmermessungen

	Winkel zu *p* rechts	Winkel zu *p* links	Mittel	δ	ε rechts
IIa	58° 11′	58° 22′	58° 16·5′	2° 48′	9′ 21″
IIb	60° 8′	60° 2′	60° 5′	2° 48′	15′ 18″
IIIa	55° 52′	53° 50′	54° 51′	1° 57′ 36″	1° 46′ 48″
IIIb	53° 40′	53° 52′	53° 46′	1° 57′ 36″	2° 26′ 12″
IIIc	62° 30′	61° 29′	62° 0′	1° 24′	2° 8′ 42″
IIId	69° 35′	69° 16′	69° 26′	—	—

Digitized by Google

angestellt. Da es sich hierbei um Aetzflächen handelt, welche steiler als 45° geneigt wird, konnte man nicht in der Richtung der Drehungsaxe beobachten, sondern es war erforderlich, das Beobachtungsmikroskop seitlich aufzustellen.

Die Schimmermessungen sind im folgenden tabellarisch zusammengestellt. Ueberall ist der Winkel zwischen zwei zusammengehörigen Schimmerstellungen rechts und links angegeben. Unter „berechnet" stehen die aus den oben bestimmten Positionen abgeleiteten Schimmerwinkel.

	Gemessen	Berechnet
Ib . . .	+ 44·2°	—
IId . . .	+ 128·3°	—
IIc . . .	+ 160·2°	—
IIa . . .	+ 170·4°	+ 168° 4′
IIb . . .	— 166·9°	— 166° 20′
IIIa . . .	— 76·2°	— 75° 50′
IIIb . . .	— 64·3°	— 60° 11′
IIIc, d . .	— 47·8°	— 48° 32′

Die Uebereinstimmung ist im Ganzen eine recht befriedigende; bei *IIIb* kommt eine etwas grössere Differenz vor; doch ist gerade dieser Reflex etwas mehr ausgedehnt und bei der Messung am Goniometer wurde das näher an der Zone [102 . 210] liegende Ende des Reflexes justirt, welchem ein kleinerer Schimmerwinkel entspricht.

Mit *Ib*, *IId* und *IIc* sind Schimmerstellungen bezeichnet, deren zugehörige Reflexe am Goniometer nicht gemessen werden konnten, theils weil die betreffenden schimmernden Flächenelemente

ε links	Mittel	Azimut	Position	Uebertragen in den I. Krystallraum	Nr.
11′ 24″	10′ 22″	+ 84° 2′	306 . 1659	603 . 185	29
17′ 36″	16′ 27″	— 83° 10′	788 . 2152	468 . 366	30
1° 47′ 48″	1° 47′ 18″	— 37° 55′	3685 . 2219	602 . 271	31
2° 22′ 54″	2° 24′ 33″	— 30° 6′	4104 . 1868	455 . 244	32
2° 15′ 54″	2° 12′ 18″	— 24° 16°	15558 . 6057	390 . 64	33
		[1])	13630 . 5701	418 . $\bar{7}\bar{3}$	34

[1]) *IIIc* u. *IIId* liegen im selben Azimut; *IIId* liegt jenseits d. Zone [100 . 010].

Digitized by Google

zu sparsam auftreten und keinen erkennbaren Reflex geben (*Ib*); theils weil dieselben allzu steil sind, so dass sie selbst bei dem kleinsten — bei der nothwendigen Annäherung des Auges an den Krystall möglichen — Incidenzwinkel nicht mehr messbar sind.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieser Schimmer von Flächen ähnlicher Lage herrührt, wie die genauer bestimmbaren; *Ib* also von Flächen, die sich der Lage von $\bar{2}14$ und $\bar{2}\bar{1}4$ nähern, *IId* von Flächen, welche sich zu $\bar{1}42$ so verhalten wie *IIa* zu 142, endlich *IIc* von Flächen, welche den Reflexen *IIIc* und *IIId* entsprechen.

b) Rauchende Salpetersäure.

Versuche mit rauchender Salpetersäure ergeben so wie auf der Würfelfläche nur bei kurz andauernder Aetzung ein gutes Resultat. Es wurden geprüft Krystalle von I, II und VI.

Die Aetzfiguren sind ziemlich scharf, aber ausserordentlich klein. Ihre Form zeigt Fig. 12, Taf. II. Es wiederholt sich hier die charakteristische Fläche, welche in der Königswasserfigur mit *I* bezeichnet wurde. Auch hier liegt dieselbe constant in der Zone 102 . 001. Die beiden anderen Seitenflächen, welche zu einem etwas bogigen, gleichschenkligen Dreieck zusammenschliessen, sind merklich flacher. Der Winkel am Scheitel variirt innerhalb beträchtlich weiter Grenzen. Er nähert sich dem Werth von 50°, wird aber häufiger spitzer getroffen. Es entspricht dies beiläufig einem Diploëder aus der Zone [102 . 111]. Am stumpfsten ist dieser Winkel bei I, am spitzesten bei VI. Diese Lage der Diploëderflächen steht in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen auf der Würfelfläche.

Wegen der ausserordentlichen Kleinheit der Figuren sind die optischen Phänomene schwierig zu ermitteln.

Ein Krystall von VI (240) liess entsprechend der charakteristischen Fläche einen sehr schwachen Reflex erkennen. Entsprechend den Seitenflächen π zwei lange Lichtschweife, ähnlich wie Fig. 13.

Zur Bestimmung des Azimutes der letzteren diente wiederum der kräftige Lichtstreif, welcher durch die Streifung parallel der Grundkante hervorgebracht wird.

Digitized by Google

Es wurde gemessen:

$$pp' = 52^0 21' \qquad p' = (\bar{4}8\bar{3} . 0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (35).$$

	$p\pi$	ε	δ
links .	16° 42′	1° 5′	
rechts .	17° 38′	1° 3′	
Mittel .	17° 10′	1° 4′	3° 55′

Hieraus ergibt sich: Azimut — 86° 57·5′

$$\text{Position } \pi = (647 . 333) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (36).$$

Der Schimmerwinkel ist nach Rechnung 137° 55′, nach Messung 140°—142°.

Da der Krystall auf der einen Seite auch eine Oktaëderfläche. besitzt, wurde zur Controle auch die Abweichung des Reflexes derselben von der eingestellten Zone gemessen. Doch ist diese Bestimmung unsicher, da die Fläche mehrere Bilder gab. Der hellste Reflex liefert $\delta = 2^0 19'$; hieraus ergibt sich die Abweichung $\alpha = 5^0 12'$, das Azimut — 71° 6′.

Bei einem ähnlich behandelten Krystall (I . 303) lagen die Reflexe π genau in der Zone [102 . 111] (vergl. Fig. 13). Es wurde gemessen:

$$p\pi_1 = 18^0 24' \qquad p\pi_2 = 17^0 34' \qquad \text{Mittel } 17^0 59'.$$

Hieraus ergibt sich die Position:

$$\pi = (677 . 355) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (37)$$

Der Schimmerwinkel berechnet sich für diese Zone zu 131° 49′. Gemessen wurde auf der besten Pyritoëderfläche 132°. Andere gaben auch kleinere Winkel: 129 . . . 125°.

Ein Krystall (II . 220) mit starker Streifung senkrecht zur Grundkante zeigte ähnliche Lage der π-Reflexe. Dieselben waren aber näher an p. Es wurde in der Zone [102 . 111] gemessen:

$$p\pi = 7^0 48'; \text{ hieraus } \pi = (572 . 144) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (38).$$

Der Schimmerwinkel ergab sich zu 131°.

c) Verdünnte Salpetersäure.

Verdünnte Salpetersäure liefert auf der Pyritoëderfläche wenig vollkommene Figuren. Bei der Temperatur des Wasserbades ist der ausgeschiedene Schwefel sehr hinderlich. Die Figuren lassen so wie die der Salpeter-Salzsäure einen vertieften Theil erkennen, welcher aber meist unregelmässig gestaltet ist. Daran schliesst sich ein

Digitized by Google

flacherer Theil, der in seiner Form zwischen der Figur der Salpeter-Salzsäure und der rauchenden Salpetersäure steht.

Fig. 14 zeigt das Lichtbild eines mit verdünnter Salpetersäure bei Siedetemperatur durch 2 Minuten geätzten Krystalls (II. 236).

Ausser den gezeichneten Reflexen tritt noch ein Reflex auf, welcher der nächsten Pyritoëderfläche $\bar{1}02$ nahe liegt (p_2).

$pp_1 = 5^0\ 6'$		$p_1 = (393\,.\ 0)$ . . .	(39).
$pp_2 = 50^0\,13'$		$p_2 = (\bar{4}\bar{3}\bar{8}\,.\ 0)$ . . .	(40).
$\pi_1\,\pi_2 = 6^0\,16'$	δ von $p = 2^0\,31'$	$\pi = (540\,.\,62)$ . . .	(41).

Wenn man die mannigfaltigen Gestalten der Aetzfiguren auf der Pyritoëderfläche übersieht, so lässt sich zusammenfassend Folgendes aussagen:

Stets treten Aetzflächen aus der Zone $[102\,.\,\bar{1}02]$ auf; dieselben sind bei allen Säuren, bei jeder Aetzdauer zu bemerken. Sie liegen genau in der angegebenen Zone; innerhalb derselben kann sich ihre Lage nach Massgabe der Umstände ändern.

Ausserdem treten noch Flächen auf, welche sich nie sehr weit von 102 entfernen und annähernd in den einfachsten durch 102 gelegten Zonen liegen. Sie sind es, welche für gewisse Arten der Aetzung charakteristisch sind. Bei Aetzung mit Salpetersalzsäure liegen sie in oder nahe bei der Zone [102 . 010]. Bei Aetzung mit rauchender Salpetersäure in oder nahe bei der Zone [102 . 111]. Bei Aetzung mit verdünnter Salpetersäure sind diese Nebenätzflächen sehr wenig gegen die geätzte geneigt.

3. Oktaëderfläche 111.

Die Oktaëderfläche zeigt bei Aetzung mit Säuren die undeutlichsten Erscheinungen. Stets wird dieselbe viel matter als 001 und π (102). Sie verhält sich in dieser Beziehung ähnlich wie die Fläche $\varkappa$ $(1\bar{1}1)$ der Zinkblende und wie die Fläche (001) bei Bleiglanz und Magnetit.

Die mikroskopische Untersuchung der Gelatineabdrücke lässt in den meisten Fällen zweierlei Figuren erkennen.

1. Tiefere, im Umriss dreiseitige Grübchen von ziemlich beträchtlicher Grösse, welche bald in grosser Menge, bald sparsam auftreten, auch auf derselben Fläche stellenweise reichlich vorhanden sind, an anderen Stellen gänzlich fehlen. Wie ein genauer Vergleich von Abdrücken, welche vor der Aetzung genommen waren, lehrt,

Digitized by Google

entstehen sie stets an solchen Stellen, wo schon vor der Aetzung eine Unterbrechung der Fläche zu erkennen war.

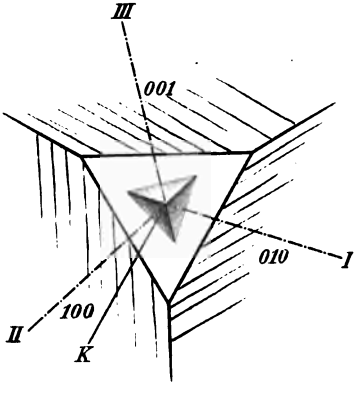
Bisweilen sind diese Grübchen so zahlreich, dass sie das Auftreten von Reflexen in der Richtung der Würfel- und Pyritoëderflächen veranlassen. Als Combination dieser Formen lassen sich auch die oft recht verzerrten Formen dieser Grübchen leicht deuten (vergl. Taf. II, Fig. 16).

2. Die wichtigere Form der Aetzfiguren sind sehr kleine dreiseitige Aetzhügel. Dieselben treten in grosser Menge ganz dicht gedrängt auf, bisweilen in solcher Anordnung, dass zwischen den Aetzhügeln ziemlich ebenso regelmässige Vertiefungen bleiben, so dass man schwanken kann, ob die Figuren als Aetzhügel oder Aetzgrübchen aufzufassen sind.

a) Salpeter-Salzsäure.

Diese kleinen Aetzhügel entstehen nur bei Anwendung von Salpeter-Salzsäure in genügender Deutlichkeit um eine genauere Bestimmung zu erlauben.

Die Seitenflächen der kleinen dreiseitigen Pyramiden entsprechen beiläufig den Flächen von π (102). Dann sollten die Polkanten derselben (nur diese lassen sich mit genügender Schärfe beobachten) den Oktaëderkanten oder den Combinationskanten (111) . (001) parallel sein. In der Regel ist dies nicht genau der Fall, sondern sie weichen bei normaler Aufstellung des Krystalles auf der Fläche 111 im Uhrzeigersinn von der geforderten Lage ab. Die betreffenden Flächen liegen daher nicht genau in der Zone [111 . 102], sondern in Zonenverband mit 111 und einer zwischen 102 und 001 liegenden Fläche. (Vergl. Fig. *b*.)



Eine genauere Messung dieses Winkels ist wegen der ausserordentlichen Kleinheit der Aetzhügel unmöglich. Doch lässt er sich mit Schimmermessungen bestimmen. Die Oktaëderfläche schimmert in drei um 120° verschiedenen Stellungen. Nach der auf pag. 246

Digitized by Google

auseinandergesetzten Methode wurde der Winkel zwischen einer unter dem Mikroskop eingestellten Kante und dem Schimmer-Azimut bestimmt.

Ein Krystall (I. 180) von der Form (100) (111), dessen Lichtbild von 001 pag. 250 beschrieben ist, ergab folgende Winkel zwischen der Kante 111 . 001 und den drei Schimmerstellungen. (Es wurde nur e i n e Kante unter dem Mikroskop eingestellt und für die Schimmerstellungen *II* und *III* die Differenzen zu den um 120° vermehrten, beziehentlich verminderten Ablesungen, genommen. Winkel im Uhrzeigersinn sind mit + bezeichnet.)

$$\begin{aligned} K \quad I &= +\ 15^\circ \\ II &= \quad\ 14{\cdot}6 \\ III &= \quad\ 14{\cdot}8 \\ \hline &\quad +\ 14{\cdot}8^\circ \end{aligned}$$

Würden die Flächen in der Zone [111 . 102] liegen, so müsste 0° herauskommen. Aus der Position der π-Reflexe auf der Würfelfläche berechnet sich der Winkel zu 14° 8′. Es stimmt somit die thatsächliche Lage der π-Flächen auf der Würfelfläche mit dem Schimmer auf der Oktaëderfläche.

Ein ähnlicher Krystall (I. 184) gab nach 1 Minute Aetzdauer in Salpeter-Salzsäure folgende Winkel:

$$\begin{aligned} K \quad I &= +\ 10{\cdot}8^\circ \\ II &= \quad\ 7{\cdot}2 \\ III &= \quad\ 8{\cdot}5 \\ \hline &\quad +\ 8{\cdot}8^\circ \end{aligned}$$

Ein dritter Krystall (I. 183), fast reines 111 mit kleinen Flächen von π (102) zeigte den Schimmer fast genau in der Diagonalzone.

$$\begin{aligned} K \quad I &= \quad\ 0{\cdot}0^\circ \\ II &= -\ 0{\cdot}3 \\ III &= +\ 2{\cdot}8 \\ \hline &\quad +\ 0{\cdot}8^\circ \end{aligned}$$

Dieser Krystall lieferte auch, wenngleich sehr verschwommene Reflexe, welche mit dem Centralreflex folgende Winkel einschliessen.

$$\begin{aligned} o\pi_1 &= 30^\circ\ 22' \\ o\pi_2 &= 31^\circ\ 50' \\ o\pi_3 &= 32^\circ\ 38' \\ \hline \text{Mittel} &\quad 31^\circ\ 37' \end{aligned}$$

Digitized by Google

Hieraus ergibt sich unter Vernachlässigung der Abweichung von der ersten Diagonalzone die Position für $\pi = (570 . 140)$ (42).

Ein Krystall (II . 247) der Combination π (102) (111) lieferte folgende Schimmerwinkel. — Es wurde auf die Combinationskante [111 . 102] eingestellt.

K	*I* =	— 20·4°
	II =	— 21·7
	III =	— 21·7
	Mittel	— 21·3°

Dies gibt für die Abweichung von der ersten Diagonalzone + 8·7°.

Man kann sich hier deutlich überzeugen, dass der Schimmer auf der Oktaëderfläche mit dem π-Reflexe der benachbarten Pyritoëderfläche zusammenfällt.

b) Salpetersäure.

Bei Aetzung mit reiner Salpetersäure ist die Ausscheidung von Schwefel sehr hinderlich, welche eintritt, wenn verdünnte Säure in Anwendung kommt. Bei Anwendung concentrirter Säure ist es erforderlich, die Aetzdauer sehr abzukürzen. Schon nach einigen Secunden erhält sonst die Fläche ein geflossenes Aussehen.

Nach momentaner Aetzung findet man ziemlich flache dreiseitige Grübchen, welche jedoch nur stellenweise deutlich sind und gegen die Aetzhügel um 180° verwendet erscheinen (vergl. Taf. II, Fig. 16). Sie werden also von ähnlichen Flächen begrenzt, wie die Aetzhügel, nur liegen sie den Oktaëderflächen viel näher.

Dazwischen treten wiederum die tieferen von (001) und π (102) gebildeten Aetzgrübchen auf (Fig. 16 oben).

Das Lichtbild einer solchen Fläche besteht aus 6 entfernteren Reflexen, welche von den tieferen Grübchen herrühren, und aus drei sehr verwaschenen breiten Reflexen, welche fast den ganzen Raum zwischen den Zonen [111 . 102] und [111 . 001] ausfüllen und mit dem Centralreflex einen Winkel von circa 10° einschliessen. Mit rauchender Salpetersäure geätzte Oktaëderflächen zeigen ähnliche Erscheinungen. (Vergl. Fig. 17.)

Digitized by Google

Für die Oktaëderfläche ist vor allem charakteristisch das matte Aussehen nach der Aetzung und das Vorkommen von Aetzhügeln. Sie verräth sich dadurch als eine ausserhalb der Aetzzone liegende Fläche.

Bezüglich der Lage der Aetzflächen ist hervorzuheben, dass sich in vielen Fällen ganz unzweifelhaft ergiebt, dass die Aetzflächen, welche die Aetzhügel der Oktaëderfläche begrenzen, dieselbe Lage haben, wie gewisse Aetzflächen auf der Würfel- und Pyritoëderfläche. Es sind wesentlich dieselben Flächen, welche die Aetzfiguren auf allen Krystallflächen begrenzen.

Allerdings ist dies mit Schärfe nur bei jenen Aetzhügeln richtig, welche Salpeter-Salzsäure hervorbringt. Bei Aetzung mit Salpetersäure entstehen auf der Oktaëderfläche sehr flache, von Vicinalflächen der Oktaëderfläche begrenzte Grübchen. Sie verrathen nur durch das Azimut, in dem sie auftreten, die eigentlichen Aetzflächen, welche bei dieser Art von Aetzung gewissermassen verborgen bleiben.

Etwas Eigenthümliches sind die grossen tiefen Aetzgrübchen der Oktaëderfläche, welche von Würfel- und Pyritoëderflächen begrenzt werden. Sie sind stets nur dort zu finden, wo schon die ungeätze Oktaëderfläche kleine Vertiefungen besitzt, die oft schon von denselben Krystallflächen eingeschlossen sind. Auf das häufige Auftreten derartiger regelmässiger Lücken hat schon G. Rose aufmerksam gemacht. Dieselben werden bei der Aetzung lediglich erweitert. Solche „Lückenfiguren“ habe ich früher von der Zinkblende von Rodna beschrieben. Sie können offenbar über die Molekularstructur weit weniger belehren als die eigentlichen Aetzfiguren, obzwar eine scharfe Grenze zwischen beiden kaum zu ziehen ist.

4. Dodekaëderfläche 101.

Diese Fläche wurde nur als künstliche Schlifffläche untersucht. Die Aetzfiguren haben die Gestalt von Aetzhügeln. Ihre Form zeigt Fig. 18, Taf. II. Häufig sieht man dieselben zu parallelen Kämmen vereinigt (Fig. 18 *b*), die flachen etwas gestreiften Seitenflächen entsprechen der Fläche $\pi(102)$. Wo die Aetzhügel isolirt stehen, treten anstatt einer Fläche zwei in einer Mediankante sich schneidende Flächen auf, entsprechend den π-Flächen auf $\pi(102)$ und 001. Die steilen Seiten der Kämme erscheinen rauh, mit feinen Spitzen besetzt; bei den isolirten Aetzhügeln Fig. 18 *a* treten steilere Flächen auf, welche ungefähr den Flächen $\pi(210)$ und $\pi(2\bar{1}0)$ entsprechen.

Digitized by Google

Es wurden einige Schimmermessungen an einem Krystall von Traversella angestellt, welcher behufs Messung der Dickenabnahme fünf Minuten in Salpeter-Salzsäure geätzt worden war. Dieselben ergaben entsprechend den flacheren Flächen *(I)* und den steileren *(II)* folgende Schimmerwinkel

$$I = +105{\cdot}7^{\circ}$$
$$II = -100{\cdot}5^{\circ}$$

Für die Flächen 214, denen die Aetzflächen auf 001 und $\pi(102)$ häufig nahe kommen, berechnen sich diese Werthe zu $+113^{\circ}\,34'$ und $-107^{\circ}\,56'$.

Bemerkenswerth ist die Aehnlichkeit dieser Aetzhügel mit jenen, welche Salzsäure auf 101 der Zinkblende hervorbringt; nur erscheinen sie in einer um 90° verwendeten Stellung.

5. Pentagon-Dodekaëder $\pi(201)$.

Das negative Pentagon-Dodekaëder wurde ebenfalls nur gelegentlich an einer angeschliffenen Fläche untersucht. Auch hier zeigen sich deutliche Aetzhügel, welche aber auf der Fläche 201 ihre Steilseite nach aufwärts, ihre flachere Seite nach abwärts kehren. Auch hier ist die Form offenbar stark secundär modificirt; die Schimmermessungen lassen sich annähernd für Aetzflächen von der Lage von $\pi(214)$ berechnen.

Bezeichnet man wieder die nach aufwärts gewendeten Flächen mit *I*, die nach abwärts gewendeten mit *II*, so sind die Winkel zwischen je zwei Schimmerstellungen rechts und links:

$$I = +52{\cdot}7^{\circ}$$
$$II = -160{\cdot}0^{\circ}$$

während den Flächen $\pi(214)$ entsprechen würde $+53^{\circ}\,58'$ und $-147^{\circ}\,33'$.

Bei Aetzung des Pyrit mit Säuren tritt das Zonenstück $[\pi(102).001.\pi(\bar{1}02)]$ unverkennbar als Aetzzone hervor. Die in diesem Zonenstück liegenden Flächen (001) und $\pi(102)$ treten in Gegensatz zu allen anderen Flächen: (111), (101), $\pi(201)$.

Es lässt sich aber nicht leugnen, dass beim Pyrit mit der Angabe dieser Zone als Aetzzone die Erscheinungen beim Aetzen nicht erschöpfend charakterisirt sind. Es muss vielmehr anerkannt

Digitized by Google

werden, dass ausser den Flächen der Aetzzone noch andere Flächen als Aetzflächen eine wichtige Rolle spielen.

Diese Nebenätzflächen liegen nie sehr weit von π(102) und nähern sich den einfachsten durch diese Fläche gelegten Zonen, namentlich der Zone [102 . 010], welcher unter anderen die Form π(214) angehört, anderseits der Zone [102 . 111], in welcher π(213) liegt.

Dadurch unterscheidet sich der Pyrit nicht unwesentlich von den bisher von mir untersuchten tesseralen Mineralen.

Dieser Unterschied wird noch klarer beleuchtet durch die Ergebnisse der Aetzung mit Alkalien, welche im zweiten Abschnitt beschrieben werden.

II. Aetzung mit Alkalien.

Bei der Aetzung mit geschmolzenem Aetzkali oder Aetznatron kehren sich die Verhältnisse so vollständig um, dass die Darstellung der Resultate in einer anderen Reihenfolge erforderlich ist.

Während bei Aetzung mit Säuren Würfel- und Pyritoëderflächen ihren Glanz behalten, die Oktaëderflächen dagegen matt werden, sind die letzteren nach der Aetzung mit Alkalien entschieden glänzender, und auf diesen treten die schärfsten Aetzgrübchen auf. Die Darstellung beginnt daher mit der

1. Oktaëderfläche 111.

Die Gestalt der Aetzfiguren ist ein gleichseitiges Dreieck. Die Orientirung ist auf den ersten Blick dieselbe wie bei der Säurefigur des Bleiglanzes.

Das Lichtbild zeigt einen deutlichen Centralreflex und drei Strahlen, welche anscheinend der Triakisoktaëderzone entsprechen. Justirt man indessen die Centralreflexe zweier benachbarter Oktaëderflächen z. B. 111 und $1\bar{1}1$, so fallen die Strahlen nicht genau in die eingestellte Zone, sondern zeigen eine Abweichung nach unten, daher liegen die Aetzflächen nicht genau in der Zone der Triakisoktaëder, sondern etwas ausserhalb in dem Krystallraum 111 . 101 π (102).

Diese Abweichung wurde nach der auf pag. 243 angegebenen Methode bestimmt. Zuerst wurde der Strahl der Aetzfigur *z* justirt,

Digitized by Google

und die Entfernung der Culmination desselben vom Centralreflex gemessen, dann wurde die Zone [111 . 1$\bar{1}$1] justirt und beobachtet, welches δ der Culmination entsprach. Hieraus ergab sich die Winkelabweichung (α) des Strahles von der primären Zone. Die Abweichung konnte ferner auch durch Schimmermessung und durch Messung des Winkels, welchen die Aetzfiguren mit den Krystallkanten bilden, bestimmt werden.

An einem Krystall (I . 232) von der Form (001) . (111), welcher 45 Minuten in *Na OH* geätzt worden, und dessen Lichtbild in Fig. 20, Taf. III dargestellt ist, wurden folgende Messungen angestellt:

$$oz_1 = 12^0\,59' \quad \delta = 1^0\,7{\cdot}2'$$
$$z_2 = 12^0\;\;9'$$
$$z_3 = 12^0\;\;1'$$
$$\text{Mittel} = 12^0\,23'$$

Hieraus $\alpha = 3^0\,41'$ und $z = (970 . 589)$ . . . . . (43).

Dieselbe Oktaëderfläche wurde zu Schimmermessungen benützt. Zur Einstellung *(K)* diente die Combinationskante [111 . 001]. Die Schimmerstellungen *I, II, III* ergaben folgende Winkel

K	*I*	33·7°
	II	34·1°
	III	33·2°

Lägen die Aetzflächen in den Triakisoktaëderzonen, so müsste dieser Winkel 30° betragen. Der Ueberschuss über 30° entspricht der oben goniometrisch bestimmten Abweichung α. Das Mittel 3·6° weicht nur wenig von dem oben gefundenen Werth von α ab.

Endlich wurde derselbe Winkel noch an Gelatineabdrücken unter dem Mikroskop gemessen.

Unter dem Mikroskop wurden zuerst bei starker Vergrösserung die Seitenkanten einer besonders scharfen Aetzfigur gemessen, dann ohne die Stellung des Präparates auf dem drehbaren Objecttisch zu ändern, ein schwaches Objectiv eingeschaltet und die Kante 001 . 111, welche am Präparat gut zu erkennen war, eingestellt. Für die Abweichung α wurde so gefunden:

$$I = 4{\cdot}4^0$$
$$II = 3{\cdot}1^0$$
$$III = 4{\cdot}3^0$$
$$\text{Mittel} = 3{\cdot}8^0$$

Digitized by Google

Es braucht wohl nicht erwähnt zu werden, dass auch der Sinn dieser Abweichung, mit Hilfe der deutlichen Streifung der Flächen (001) nach π(102) stets constatirt und auf der Fläche (111) immer im Sinne der Uhrzeigerdrehung gefunden wurde.

Mit schmelzendem Aetzkali behandelte Krystalle zeigten ganz ähnliche Verhältnisse, nur waren die Culminationen in den z-Reflexen minder ausgeprägt, bisweilen auch gegliedert.

Ein Krystall (I. 180 *b*), Combination (001) (111), wurde 10 Minuten in Aetzkali geätzt.

Das Lichtbild zeigte folgende Abmessungen auf zwei verschiedenen Oktaëderflächen für den Winkel *oz*:

	1. Oktaëderfläche	2. Oktaëderfläche
I. Strahl . . .	9° 0′	10° 2′
II. „ . . .	8° 32′	9° 19′
III. „ . . .	8° 46′	10° 45′
Mittel .	8° 46′	10° 2′

Bei der geringen Ausprägung der Culminationen war es nicht möglich, mit Sicherheit zu entscheiden, in welchem Abstande von der Mitte bei Einstellung der Zone [111 . 1$\bar{1}$1] die hellste Stelle des Reflexes z den Verticalfaden passirte.

Daher wurde dem Strahl ein bestimmtes δ ertheilt und dann der zugehörige Bogen ε gemessen, der den Centralreflex bis zur Mitte zurückführte. Bei einer Abweichung $\delta = 1°7{\cdot}2'$ war $\varepsilon = 11°31'$. Hieraus berechnet sich α zu 3°58′. Aus diesem Werth und den oben angeführten Messungen des Winkels *oz* ergibt sich dann die Position der Reflexe z für die:

1. Oktaëderfläche $z = (977 . 697)$ . . . . . (44).
2. „ $z = (974 . 658)$ . . . . . (45).

Den Winkel α ergaben zur Controle angestellte Schimmermessungen = 3·1°, die Messung der Aetzfiguren unter dem Mikroskop = 4·1°.

Ein ähnlicher Krystall (I. 186), welcher 15 Minuten geätzt worden war, ergab den Winkel *oz*:

I. Strahl *oz* =	7° 17′
II.	7° 19′
III.	7° 23′
Mittel =	7° 20′

Digitized by Google

Die Bestimmung von α ergibt sich aus folgenden Daten: Für $\delta = 1^0\,7{\cdot}2'$ war $\varepsilon = 10^0\,29'$. Hieraus $\alpha = 4^0\,21'$. Schimmerbeobachtungen gaben $3{\cdot}8^0$.

Aus oz und α folgt die Position der Aetzflächen:

$$z = (978\,.\,742) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (46).$$

Ein Krystallfragment (II. 247) mit stark vertical gestreiften Flächen von π (102) und glattem (111) wurde durch 35 Minuten der Einwirkung von schmelzendem Aetzkali ausgesetzt. Das Lichtbild der Oktaëderfläche zeigt Fig. 22, Taf. III.

Die Abweichung α der Hauptstrahlen von der primären Zone wurde bestimmt zu $4^0\,29'$.

Die Strahlen zeigen gegliederte Reflexe. Die zwei stärksten Culminationen z_1 und z_2 wurden gemessen. Es fand sich im

I.	Strahl	$oz_1 = 6^0\ 7'$	$oz_2 =$	$9^0\,59'$
II.	„	$6^0\,17'$		$10^0\,30'$
III.	„	$6^0\,30'$		$10^0\,11'$
	Mittel	$oz_1 = 6^0\,18'$	$oz_2 =$	$10^0\,11'$

Ausserdem zeigte Strahl I noch kräftige Culminationen in $oz = 7^0\,35'$ und $14^0\,3'$. Erstere war sogar kräftiger als die mit z_1 bezeichnete. Legt man der Rechnung die Mittelwerthe zu Grunde, so ergeben sich die Positionen

$$z_1 = (980\,.\,776) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (47).$$
$$z_2 = (953\,.\,653) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (48).$$

Ausser diesen Strahlen treten hier noch helle, wiewohl etwas verwaschene Reflexe hervor, die mit w bezeichnet sind. Angedeutet sind dieselben schon in der Fig. 20 *b* in den Brücken, welche die Hauptstrahlen miteinander verbinden. Dieselben lassen nämlich an einer Stelle, welche ungefähr der Stelle der w-Reflexe in Fig. 22 entspricht, eine etwas grössere Helligkeit erkennen. Zur Bestimmung dieser Reflexe wurde bei Justirung der Zone $[111\,.\,1\bar{1}1]$ ihr scheinbarer Abstand δ von der eingestellten Zone und ausserdem der Winkel ε zwischen dem Centralreflex und der Einstellung eines jeden w-Reflexes auf den Verticalfaden gemessen:

w_1	$\delta = 57{\cdot}1'$	$\varepsilon = 1^0\,22{\cdot}7'$
w_2	$2^0\,6'$	$8{\cdot}5'$
w_3	$1^0\,7{\cdot}2'$	$1^0\ 9{\cdot}5'$

Digitized by Google

Aus diesen Messungen erhält man die Winkel α_1 α_2 α_3 zwischen den durch w_1 w_2 w_3 gelegten Zonen und der Zone [111 . 1$\bar{1}$1]:

$$\alpha_1 = 26^0 39' \qquad \alpha_2 = 87^0 32' \qquad \alpha_3 = 34^0 52'.$$

Die Abweichung α_1 erfolgt im entgegengesetzten Sinne wie die Abweichung α der z-Reflexe. Bezieht man auch α_2 und α_3 auf die zunächst liegende Triakisoktaëderzone, so erhält man:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 26^0 39' \\ \alpha_2 &= 27^0 32' \\ \alpha_3 &= 25^0\ 8' \\ \hline \text{Mittel} &= 26^0 26' \end{aligned}$$

Es liegen also diese Reflexe w in Zonen, die angenähert senkrecht stehen auf den Triakisoktaëderzonen und fast genau senkrecht auf der Zone, in welcher thatsächlich die z-Reflexe liegen.

Aus den oben mitgetheilten Messungen ergibt sich weiter der Winkel wz:

$$\begin{aligned} w_1 z &= 1^0 30' \\ w_2 z &= 1^0 29' \\ w_3 z &= 1^0 23' \\ \hline \text{Mittel} &= 1^0 27' \end{aligned}$$

Hieraus und aus dem oben berechneten Azimut ergibt sich die Position der w-Reflexe = (940 . 973) . . . . . (49).

Dieselben liegen also in negativen Krystallräumen der pyritoëdrischen Hemiëdrie, während sonst die Aetzflächen durchwegs in den positiven Krystallräumen liegen, aber in unmittelbarer Nachbarschaft der Oktaëderfläche.

Kurz zusammengefasst lassen sich die Ergebnisse alkalischer Aetzung auf der Oktaëderfläche folgendermassen wiedergeben:

1. Auf der Oktaëderfläche entstehen bei Aetzung mit Alkalien vertiefte Aetzgrübchen von gleichseitig dreiseitiger Form.

2. Die Oktaëderflächen behalten bei der Aetzung ihren Glanz, die Lichtfigur hat einen Centralreflex. Sie verhält sich in dieser Beziehung so wie die Flächen einer Aetzzone. Aber

3. die Aetzflächen liegen in keiner primären Zone, sondern mit einer ziemlich constanten Abweichung in einer Zone, welche mit der Triakisoktaëderzone einen Winkel von 3—4° macht.

4. Die Abweichung findet in dem Sinne statt, dass die Aetzflächen z in die positiven Krystallräume fallen, in denen die Flächen von π(102) liegen.

Digitized by Google

2. Pyritoëderfläche π(102).

Zur Untersuchung dienten hauptsächlich Elbaner Krystalle mit deutlicher Streifung senkrecht zur Grundkante.

Bemerkenswerth ist namentlich das gleichzeitige Auftreten von Aetzgrübchen und Aetzhügeln. Bei Anwendung von Aetzkali herrschen die ersteren vor.

Wenn man die Einwirkung nach kurzer Zeit (etwa fünf Minuten) unterbricht, so bemerkt man, dass die Streifung senkrecht zur Grundkante viel stärker geworden ist. Am Gelatineabguss erkennt man lang gestreckte Aetzgrübchen, Taf. III, Fig. 23. Durch die dichte Aneinanderreihung derselben entsteht der Eindruck der erwähnten Streifung.

Das entsprechende Lichtbild zeigt Fig. 24. Man erkennt einen flachen Bogen, welcher fast dem Bogen φ im Säure-Lichtbild ähnlich, aber entgegengesetzt gekrümmt ist. Am Ende treten zwei Culminationen auf, welche von der Zone [102 . 010] gegen die Oktaëderfläche hin abweichen. Am Krystall II . 216 ergaben die Messungen:

$$p\pi_1 = 22^0\,77'$$
$$p\pi_2 = 21^0\,27'$$
$$\text{Mittel} = 22^0\;\;7'$$

Zur Bestimmung des Azimutes, in welchem diese Culminationen vorkamen, wurde die Zone $[\pi_1\,\pi_2]$ eingestellt und die Abweichung des Centralreflexes p von dieser Zone δ beobachtet; sie ergab $\delta = 3^0\,55{\cdot}2'$. Hieraus berechnet sich die Position der Aetzflächen

$$\pi = (562\,.\,462) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (50).$$

Der entsprechende Schimmerwinkel wurde berechnet zu $166^0\,18'$, gemessen 174^0. Die Aetzgrübchen sind daher auch nicht von parallelen, sondern nach abwärts etwas divergirenden Seiten eingefasst.

Bei länger dauernder Aetzung werden die Aetzfiguren grösser, der Winkel am Scheitel wird stumpfer, die Schenkel des Dreieckes bilden dabei eine unter stumpfem Winkel gebrochene Linie, so dass die Figur eigentlich fünfeckig wird (Fig. 25). Der Umriss der Figur ist ähnlich der Figur, welche rauchende Salpetersäure erzeugt (Fig. 12, Taf. II). Allein in der Lage der Flächen besteht ein wichtiger Unterschied. Die untere unpaare Fläche ist hier sehr flach, gewölbt, mit parasitischen Aetzhügeln bedeckt, sie hat alle Eigenthümlichkeiten, die auch für die mit φ bezeichnete Fläche der Salpeter-Salzsäure-Figur hervorgehoben wurden und zur Bezeichnung „falsche Aetz-

Digitized by Google

fläche" Anlass gaben. Die entsprechende Fläche der durch rauchende Salpetersäure hervorgerufenen Figur ist steil, glatt und eben. Umgekehrt sind die paarigen Seitenflächen bei der Kalifigur steiler geneigt als bei der Säurefigur. Daher hat diese ihre tiefste Stelle nahe dem unteren Rande, die andere fast in der Mitte. Häufig sieht man an den Gelatineabdrücken einen zapfenartigen Fortsatz, der wohl als Abguss eines in die Tiefe sich fortsetzenden Kanales anzusehen ist.

Ein gutes messbares Lichtbild erhielt ich von den Pyritoëderflächen des Krystalles (II. 247), dessen Oktaëderflächen pag. 275 geschildert wurden. Abgesehen von dem Centralreflex, der von einem verwaschenen, nach oben offenen Lichtbogen — der „falschen" Aetzfläche entsprechend — umgeben ist, besteht dasselbe aus vier Reflexen, welche, wie die Messung ergab, den Reflexen w und z_2 der Lichtfigur des Oktaëders entsprechen. Vergl. Fig. 26, Taf. III.

Es wurde zunächst die durch beide w-Reflexe gehende Zone eingestellt, wobei die o-Flächen des Krystalles durch geeignete Schirme von schwarzem Papier abgeblendet waren. Es wurde der Winkel $w w_1$ gemessen und dann nach Entfernung des Schirmes die Entfernung δ vom Mittelpunkt des Fadenkreuzes bestimmt, in welcher die Bilder der o-Flächen den Verticalfaden passirten. Hieraus ergab sich der Winkel, welchen die justirte Zone mit der Zone durch 111 und $1\bar{1}1$ auf 010 einschliesst, dessen Kenntnis mit dem Winkel $w w_1$ zur Berechnung der Position von w genügt. Ebenso wurde mit den z-Reflexen verfahren.

$$w w_1 = 69^0\,42' \qquad \delta = 2^0\,35{\cdot}4' \qquad w = (925\,.\,948) \quad . \quad (51).$$
$$z z_1 = 50^0\,54' \qquad \delta = 1^0\;\;24' \qquad z = (959\,.\,659) \quad . \quad (52).$$

Wie ein Vergleich mit den Zahlen ergibt, welche den bezüglichen Reflexen auf o entsprechen, kommen die Aetzflächen auf p jenen auf o sehr nahe. Noch deutlicher wird dies durch eine Projection.

Zur Controle wurden bei entsprechender Incidenz Schimmermessungen ausgeführt. Dieselben ergaben den Schimmerwinkel für

w	gemessen 136^0	berechnet $136^0\,21'$
z	gemessen $115{\cdot}5^0$	berechnet $116^0\,13'$

Aehnliche Schimmermessungen ergaben auch andere Krystalle, z. B. II. 217:

w	132^0
z	112^0

Digitized by Google

Neben den Aetzgrübchen entstehen bei lange andauernder Aetzung auch Aetzhügel, welche sogar bei manchen Krystallen später überwiegen. Ihre Gestalt gleicht ganz denen, welche Natron hervorbringt.

Bei den Aetzversuchen mit Aetznatron wurden vorherrschend Aetzhügel erhalten. Ihre Form zeigt Figur 27 *a*. Der kürzere, steilere Abfall ist nach aufwärts, der längere flachere nach abwärts gerichtet. Für die Flächen des letzteren zeigen die Messungen, dass sie den Oktaëderflächen nahe liegen; für die steileren konnten weder Goniometer- noch Schimmermessungen angestellt werden. Doch ist es wahrscheinlich, dass auch diese steileren Flächen den entfernteren Oktaëderflächen nahe liegen.

Die lange Mittelkante des vorderen Abfalles ist oft durch gestreifte Flächen zugeschärft, welche der Zone der Triakisoktaëder nahe kommen.

Neben diesen Aetzhügeln treten gleichzeitig Aetzgrübchen auf. Sie sind dreiseitig, mit aufwärts gewendeter Spitze (Fig. 27 *b*). Von den Aetzkali-Figuren unterscheiden sie sich durch den stumpferen Winkel am Scheitel, der sich einem rechten nähert. Die steileren Seitenflächen haben ähnliche Lage wie die Flächen, welche die Mittelkante der Aetzhügel zuschärfen. Die untere, unpaare, sehr flach geneigte Fläche hat wiederum den Charakter einer falschen Aetzfläche. Wo solche Aetzgrübchen sehr flach werden nnd eng gedrängt stehen, veranlassen die beiden, sich nahezu rechtwinkelig schneidenden Seitenkanten eine diagonale Gitterung der Pyritoëderfläche.

Den geschilderten Verhältnissen entspricht das Lichtbild Fig. 28. Dasselbe ist so gezeichnet, wie es an einem vollständigen Pyritoëder gesehen wird. Zu den *o*-Reflexen tragen drei in einer oktaëdrischen Ecke zusammenstossende Pyritoëderflächen bei. Daher bestehen dieselben aus drei verschwommenen Reflexen; jeder derselben gehört zu einer der drei benachbarten Pyritoëderflächen. Wegen der Kleinheit des geätzten Krystalles war es unthunlich, die Position dieser Reflexe gesondert zu bestimmen. Es wurde vielmehr auf die Mitte der ganzen Gruppe justirt, welche der Position 111 mit grosser Annäherung entsprach.

Die mit *z* bezeichneten Reflexe, welche den Zuschärfungen der Mittelkante der Aetzhügel und den Seitenflächen der Aetzgrübchen entsprachen, besassen wieder die bekannte Abweichung von der Triakisoktaëderzone.

Digitized by Google

Im Centraltheil des Lichtbildes ist ausser dem Centralreflex, welcher der Position 102 entspricht, noch ein Nebenreflex ψ deutlich zu erkennen, welcher der „falschen" Aetzfläche der Aetzfigur entspricht. Die Analogie mit dem ähnlichen φ-Reflex bei Säureätzung wird noch dadurch gesteigert, dass sich auch dieser ψ-Reflex in einen Lichtbogen fortsetzt, welcher entgegengesetzt liegt, wie der φ-Bogen; er erscheint hier viel markirter, als bei Aetzung mit Aetzkali, auch ist er merklich schärfer gekrümmt.

Zur Bestimmung des Reflexes ψ wurden die Winkel zwischen analogen Reflexen der Flächen 102 und $\bar{1}02$ gemessen (II. 218).

Es ergab sich

$$\psi\psi' = 48^0\,23' \qquad \psi = (449\,.\,0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (53).$$

Bei Einstellung der Mitte der o-Reflexe wurde erhalten:

$$oo' = 70^0\,33'$$
$$zz' = 38^0\,12'$$
$$oz' = 16^0\;\;0'$$

Dem Reflexe z entsprach ein Abstand von der eingestellten Zone $\delta = 1^0\,24'$. Aus diesen Angaben folgt für die Position:

$$z = (964\,.\,483) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (54).$$

Dieser Position entspricht der Schimmerwinkel $98^0\,39'$, gemessen wurde 99^0.

Der Oktaëderfläche würde entsprechen ein Schimmerwinkel von $131^0\,49'$; gemessen wurde $133{\cdot}3^0$. Die Differenz liegt in gleichem Sinne, wie sie zu erwarten war, wenn die Aetzflächen hier eine ähnliche Lage haben, wie w in dem mit Aetzkali geätzten Krystall II. 247. Diese Schimmermessungen wurden bei einem Incidenzwinkel von $\alpha = 39{\cdot}5$, beziehentlich $26{\cdot}5^0$, ausgeführt. Bei einem Incidenzwinkel von $\alpha = 15^0$ beobachtet man ebenfalls in 2 Stellungen Schimmer, welche den Schimmerwinkel $92{\cdot}9^0$ geben. Bei dieser Stellung schimmern jene Flächenelemente, welche im Lichtbild den Enden des Lichtbogens entsprechen, und welche die nahezu rechtwinkelige Streifung hervorbringen.

Die Hauptresultate der auf π (102) bezüglichen Untersuchungen sind:

1. Auf π (102) entstehen bei Aetzung mit Alkalien bald Aetzgrübchen, bald Aetzhügel.

Digitized by Google

2. Die Gestalt der Aetzgrübchen ist ein gleichschenkliges Dreieck mit aufwärts gerichteter Spitze.

3. Die Basis dieses Dreiecks wird von einer falschen Aetzfläche gebildet.

4. Die Spitze wird von Aetzflächen gebildet, welche mit (111) nahezu zusammenfallen. Daneben treten auch andere Flächen auf, welche den einfachsten durch (102) gelegten Zonen nahe liegen: bei schwacher Aetzung der Zone [102 . 010], bei stärkerer den Zonen [102 . 111], [102 . 323] und [102 . 212].

5. Die Aetzhügel werden von Flächen gebildet, welche der Oktaëderfläche und Flächen der Triakisoktaëderzone nahe liegen. Die letzteren haben dieselbe charakteristische Abweichung von der primären Zone, wie die analogen Aetzflächen auf (111).

6. Ein Vergleich mit den Säurefiguren zeigt einen bemerkenswerthen Gegensatz in der Gestalt der Aetzfiguren und des Lichtbildes, welcher sich selbst in untergeordneten Details, z. B. in der Lage der „falschen" Aetzfläche offenbart. Minder ausgeprägt ist der Gegensatz zu den Figuren der rauchenden Salpetersäure.

3. Würfelfläche 001.

Bei der Aetzung der Würfelfläche mit schmelzenden Alkalien tritt zunächst der Umstand bezeichnend hervor, dass die Fläche allen Glanz verliert, was besonders bei Krystallen der Combination (001) . (111) durch den Gegensatz der auch nach dem Aetzen stark glänzenden 111 Flächen sehr auffallend wirkt. Der Reflex der Würfelfläche erhält sich noch eine Zeit lang, nimmt indessen die charakteristische trübrothe Färbung an, welche stets dem Verschwinden voranzugehen pflegt, endlich verschwindet er gänzlich. Dafür beobachtet man deutlichen Schimmer in der Richtung der Oktaëderflächen, nach längerer Aetzung auch in der Richtung eines positiven π $(h0l)$.

Ein Krystall (I. 180), dessen Oktaëderfigur früher besprochen wurde (vergl. pag. 274), gab nach einer Aetzdauer von 10 Minuten in Aetzkali ein Lichtbild, bestehend aus 4 Reflexen, welche so lagen, wie die mit w bezeichneten der Fig. 29. Die Messung ergab

$$w_1 w_2 = 69^0\ 6' \qquad w_1 w_3 = 66^0\ 11'$$
$$w_3 w_4 = 69^0\ 32' \qquad w_2 w_4 = 67^0\ 19'$$
$$69^0\ 16{\cdot}5' \qquad 66^0\ 45'$$

Digitized by Google

Die ersten zwei Abmessungen sind um einen Betrag grösser als die dritte und vierte, welche den möglichen Betrag der Versuchsfehler übersteigt. Die w-Flächen liegen daher nicht in der Ikositetraëderzone, sondern ähnlich wie die mit w bezeichneten Flächen auf der Oktaëder- und Pyritoëderfläche. Die Rechnung gibt für dieselben die Position

$$w = (899 \,.\, 928) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (55).$$

Nach weiterer Aetzung von 10 Minuten Dauer traten zwischen den weiter von einander stehenden w-Reflexen die Reflexe p hervor, sowie zwischen diesen und den w-Reflexen vier äusserst verwaschene und lichtschwache Reflexe i (vergl. Fig. 29).

Die ziemlich präcisen Reflexe p ergaben folgende Abmessungen:

$$p_1 p_2 = 55^0\,42' \quad p = (530 \,.\, 0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (56).$$

Die genauere Bestimmung der w-Reflexe stiess auf ziemliche Schwierigkeiten, da dieselben die Gestalt von Lichtbögen angenommen hatte, die sich über mehrere Grade erstreckten. Es war zwar grössere Helligkeit in der Mitte des Reflexes unverkennbar, allein eine präcise Culmination, auf welche die Messung in verschiedenen Zonen bezogen werden konnte, war nicht vorhanden.

Um zum Ziele zu gelangen, wurden zuerst die Zonen justirt, welche durch die hellsten Stellen der Reflexe $w_1 w_2$, bezüglich $w_3 w_4$ und die Flächen $010, 0\bar{1}0$ (h_1, h_1') gehen. In diesen Zonen wurden die Winkel $h_1 w_1$, $w_1 w_2$, $w_2 h_1'$ etc. gemessen, gegeneinander abgeglichen und gleichzeitig der Abstand δ beobachtet, in welchem das Bild der natürlichen Oktaëderflächen den Verticalfaden passirte. Ebenso wurde mit den Zonen $[h_2 w_1 w_3 h_2']$ etc. verfahren.

Es ergab sich so

$h_1 w_1 = 57^0\ 6'$	$h_1 w_2 = 57^0\,22'$	Mittel: $h_1 w_1 = 57^0\,10'$
$w_1 w_4 = 65^0\,20'$	$w_2 w_3 = 65^0\,32'$	$w_1 w_4 = 65^0\,40'$
$w_4 h_1' = 57^0\ 6'$	$h_1' w_3 = 56^0\,49'$	
$\delta = 8{\cdot}5$	$\delta = 8{\cdot}3$	$\delta = 8{\cdot}4 = 2^0\,21{\cdot}1'$.

Hieraus ergibt sich für den Winkel, den die Zone $[h_1 w_1 w_2 h_1']$ mit der primären Zone auf 100 einschliesst, $\alpha = 2^0\,2'$ und für die Position der w-Reflexe

$$w = (882 \,.\, 931).$$

Aus den Messungen in der zweiten Richtung ergab sich folgendes Resultat:

Digitized by Google

$h_2 w_1 = 54^0 40'$ $h_2 w_4 = 55^0\ 9'$ Mittel $h_2 w_1 = 54^0 26'$
$w_1 w_2 = 71^0 29'$ $w_4 w_3 = 71^0 20'$ $w_1 w_2 = 71^0\ 8'$
$h_2' w_2 = 53^0 34'$ $h_2' w_3 = 54^0 40'$
$\delta = 9{\cdot}5$ $\delta = 10$ $\delta = 9{\cdot}75 = 2^0 43{\cdot}8'$.

Hieraus folgt für den Winkel mit der primären Zone auf 010 der Werth $\alpha = 2^0 22'$ und für die Position der w-Reflexe

$$w = (921 \,.\, 970).$$

Die nicht unbeträchtliche Differenz in den zwei Positionswerthen ist wohl hauptsächlich auf die ungünstige Beschaffenheit der w-Reflexe zu schieben. Nimmt man aus beiden Bestimmungen das Mittel

$$w = (900 \,.\, 950) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (57)$$

so ergibt sich durch eine Nebeneinanderstellung der berechneten und beobachteten Werthe folgendes:

Berechnet	Beobachtet
$h_1 w_1 = 56^0 52' 30''$	$57^0\ 6'$
$h_2 w_1 = 54^0 46' 20''$	$54^0 31'$
$w_1 w_4 = 70^0 27' 20''$	$71^0 25'$
$w_1 w_2 = 66^0 15'$	$65^0 26'$
$\alpha_1 = 3^0\ 0' 50''$	$2^0 22'$
$\alpha_2 = 1^0 28' 10''$	$2^0\ 2'$

Zur weiteren Bestätigung wurden die Diagonalzonen der Fläche 001 mit Hilfe der natürlichen Oktaëderflächen justirt und die Winkel zwischen den in diese Zone fallenden Theilen der w-Reflexe gemessen. Gleichzeitig wurden auch die in diese Zone fallenden Winkel zwischen den verschwommenen Reflexen i gemessen.

Die Messungen ergaben:

$$w_1 w_3 = 104^0 54'$$
$$w_2 w_4 = 105^0\ 3'$$
$$\text{Mittel} = 104^0 58'$$

Entsprechend der Position (921 . 921).

$$i_1 i_3 = 72^0 31'$$
$$i_2 i_4 = 71^0 58'$$
$$\text{Mittel} = 72^0 15'$$

Entsprechend der Position

$$i = (516 \,.\, 516) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (58).$$

Digitized by Google

Um schliesslich noch genauere Rechenschaft über die Lage und Gestalt des Reflexbogens zu geben, wurde folgender Weg eingeschlagen:

Zunächst wurde die Zone $[p_2 \bar{1}\bar{1}1]$ justirt, indem der Aetzreflex p_2 und das scharfe Bild der Krystallfläche $11\bar{1}$ auf der Rückseite des Krystalls justirt wurde. Bei dieser Justirung wurde der Winkel zwischen p_2 und der genau in die justirte Zone fallenden Stelle des Reflexbogens w_3 gemessen. Sodann wurden dem Bilde von $11\bar{1}$ bestimmte verschiedene Abweichungen δ, und zwar $\delta = -8$, $\delta = -4$, $\delta = +4$, $\delta = +8$ Theilstriche zu 16·8′ Bogenwerth gegeben und jedesmal der Winkel zwischen p_2 und der betreffenden in die Zone fallenden Stelle des Reflexbogens gemessen.

Aus diesen Daten liessen sich die Positionen der eingestellten Theile des Reflexbogens w_3 bestimmen, da der Ausgangspunkt der Messung bestimmt war.

In derselben Weise wurden Messungen von p_1 aus angestellt.

Das Resultat der Messungen ist folgendes:

$\delta = -8$	$p_2 w_3 = 32^0 40'$	(939.767)	. .	(1)
$\delta = -4$	$p_2 w_3 = 34^0 17'$	(944.825)	. .	(2)
$\delta = 0$	$p_2 w_3 = 35^0 11'$	(934.859)	. .	(3)
$\delta = +4$	$p_2 w_3 = 36^0 3'$	(921.891)	. .	(4)
$\delta = +8$	$p_2 w_3 = 36^0 24'$	(897.903)	. .	(5)
$\delta = 0$	$p_1 w_3 = 73^0 27'$	(896.932)	. .	(6)
$\delta = -4$	$p_1 w_3 = 72^0 31'$	(887.954)	. .	(7)
$\delta = -8$	$p_1 w_3 = 72^0 20'$	(842.951)	. .	(8)

In der Fig. 30 sind diese Positionen eingetragen. Zum Verständnis derselben diene folgendes:

Die einzelnen Positionen sind zu denken in gnomonischer Projection auf 001, und zwar in ziemlich grossem Maassstabe, nämlich $r = 100$ Millimeter. Es ist aber nur die um den Projectionspunkt von 111 liegende Partie dargestellt, dieser Punkt ist mit o bezeichnet. In 100 Millimeter Entfernung längs einer Horizontalen läge die Position 101, in gleicher Entfernung aufwärts 011. Die Projection der oben angeführten Positionen erfolgt dann in folgender Weise: Der Fläche $o = 111$ entsprechen die Coordinaten 1000, 1000; den

Digitized by Google

anderen Punkten die oben mitgetheilten Zahlen als Zehntel-Millimeter aufgefasst und die erste Zahl auf der verticalen, die zweite auf der horizontalen Linie aufgetragen.

Die Punkte sind mit denselben Ziffern bezeichnet, die in Klammern hinter den Positionen stehen. Mit 9 ist ferner die Position bezeichnet, welche oben aus dem Mittel der Messungen abgeleitet wurde (900 . 950); mit 10 die Position, welche nach den Messungen auf pag. 283 genau in die Diagonalzone von 001 fällt.

Aus der Projection lässt sich folgendes entnehmen: Die Projectionspunkte liegen in einer stetig gekrümmten Curve. Dass jenseits der Zone [111 . 001] diese Stetigkeit gestört erscheint, ist eine Folge der Ungenauigkeit der Messung, welche wiederum darin ihren Grund hat, dass dieser Theil des Reflexes *w* zwar der hellere, aber auch der breitere ist, wie dies auch Fig. 29, Taf. III andeutet.

Im Ganzen zeigt diese Curve einen ähnlichen Verlauf und ähnliche Lage wie die Reflexe *w* und *z* auf der mit Kali geätzten Pyritoëderfläche.

Es verlohnte sich wohl kaum, dergleichen sehr zeitraubende und anstrengende Messungen auch bezüglich der anderen 3 *w*-Reflexe durchzuführen; der Anblick des Lichtbildes lehrt schon, dass der Verlauf des Reflexbogens bei allen der gleiche ist.

Es genügt mir, an diesem einen Beispiel gezeigt zu haben, wie auch Reflexbögen, die bei den Lichtbildern geätzter Krystallflächen häufig auftreten, unter gewissen Voraussetzungen der goniometrischen Messung unterzogen werden können.

Bei noch länger dauernder Aetzung wird das Lichtbild noch weiter complicirt, indem zu den vorhandenen Reflexen noch solche hinzutreten, welche den entfernteren Pyritoëderflächen 021 und $0\bar{2}1$ entsprechen; ferner eine Anzahl von verschwommenen Reflexen, welche zwischen den *o*- und *p*-Reflexen liegen, aber von den durch diese gelegten Zonen merklich nach der einen und anderen Seite ausweichen.

Ein derartiges Lichtbild zeigt die Fig. 31. Der betreffende Krystall (I . 204) war eine Stunde in Aetzkali geätzt worden. Nur die mit *o* und *p* bezeichneten Reflexe konnten der Messung unterzogen werden, da die anderen zu verschwommen und lichtschwach waren.

Digitized by Google

Es wurde gemessen:

$o_1 o_2$ =	70° 15′	Mittel 70° 23′
$o_3 o_4$ =	70° 28′	
$o_1 o_4$ =	70° 40′	
$o_2 o_3$ =	70° 9′	
$p_1 p_2$ =	58° 5′	
$p_3 p_4$ =	121° 17′	
$o_1 p_1$ =	38° 5′	Mittel 38° 4′
$o_2 p_1$ =	38° 28′	
$o_3 p_2$ =	38° 8′	
$o_4 p_2$ =	37° 37′	
$o_1 p_3$ =	38° 11′	Mittel 38° 15′
$o_4 p_3$ =	38° 27′	
$o_3 p_4$ =	38° 3′	
$o_2 p_4$ =	38° 19′	

Die Messungen führen für p_1 auf das Zeichen (553 . 0) (59), für p_3 auf (0 . 1780), oder übertragen in den ersten Krystallraum 001 . 111 . 101 auf das Zeichen (562 . 0) . . . . . (60).

Die beiden Flächen haben also fast ganz gleiche Lage, sie kommen der π(102) sehr nahe, liegen aber wiederum zwischen dieser und der Dodekaëderfläche (101).

Berechnet man die Winkel zwischen o und p, wobei für o die Position 111 angenommen wird, so erhält man

$o_1 p_1$ berechnet 38° 16′, gemessen 38° 4′
$o_1 p_3$ „ 38° 10′, „ 38° 15′.

Die Differenzen sind gering und liegen innerhalb der Fehlergrenzen.

Die Formverhältnisse der Aetzfiguren sind ziemlich schwierig zu ermitteln, da die entstehenden Aetzfiguren meist klein, von sehr steilen Flächen begrenzt und sehr dicht gedrängt sind. Stets haben die entstehenden Aetzfiguren den Charakter von Aetzhügeln. Aetzgrübchen wurden nie beobachtet.

Nach kurz dauernder Aetzung beobachtet man kleine vierseitige Aetzhügel von der Form Fig. 32. Dieselben ähneln sehr den Aetzhügeln, welche bei Salzsäureätzung auf den Würfelflächen des

Digitized by Google

Bleiglanz entstehen. In diesem Stadium ist die Disymmetrie, welche von der pyritoëdrischen Hemiëdrie verlangt wird, noch nicht an der Aetzfigur sichtbar, obgleich die Abmessungen der Lichtfigur sie bereits verrathen.

Bei länger dauernder Aetzung macht sie sich aber auch im Aussehen der Aetzhügel bemerklich, und zwar hängt sie dann mit dem Auftreten der *p*-Flächen zusammen.

Entweder treten dann Aetzhügel auf, wie sie Fig. 33 nach einem mit Aetznatron geätzten Krystall unten zeigt, und welche als Combination von Oktaëder und Pyritoëder leicht gedeutet werden können, oder man bemerkt von einer Abstumpfung der Spitzen der Aetzfiguren nichts, dafür erscheinen sie aber senkrecht auf die Pyritoëderkante ganz auffallend verlängert, wie in Fig. 33 oben. Bei aufmerksamer Beobachtung erkennt man dann, dass diese Aetzhügel reihenweise wie Reiter auf einer Riefe aufsitzen, welche von den *p*-Flächen gebildet wird, die aber blos in den Zwickeln zwischen den gestreckten Pyramiden zum Vorschein kommen. Selten entstehen reine Aetzriefen gesondert neben den oktaëdrischen Aetzhügeln, wie Fig. 34 zeigt. Auch diese sind an den Enden von Oktaëderflächen begrenzt.

Für die Würfelfläche des Pyrit sind bei alkalischer Aetzung folgende Erscheinungen von Wichtigkeit.

1. Die Würfelfläche erscheint nach der Aetzung matt, im Lichtbild verschwindet der Centralreflex, die Fläche bedeckt sich mit kleinen dicht gedrängten Aetzhügeln.

2. Die Aetzhügel werden von Flächen gebildet, welche der Oktaëderfläche nahe stehen, später treten auch Flächen eines Pentagon-Dodekaëders auf, welche der Form $\pi(102)$ nahe kommen, aber in dem Zonenstück zwischen dieser und 101 liegen.

3. Bei intensiver Aetzung werden die Reflexe, welche einerseits der Oktaëderfläche, andererseits der Pyritoëderfläche entsprechen, durch Lichtbögen mit undeutlichen Culminationen verbunden, welche aber niemals genau in die Zone zwischen den beiden genannten Reflexen fallen, sondern die von den *p*-Reflexen ausgehenden Lichtbögen verrathen die Tendenz gegen die Zone [102 . 010], die von den *o*-Reflexen ausgehenden, gegen die Zone [111 . $1\bar{1}1$] auszuweichen.

Digitized by Google

4. Dodekaëderfläche 101.

Es wurde schon bei der Oktaëderfläche hervorgehoben, dass bei aller Aehnlichkeit der Aetzfigur mit jener, welche Salzsäure auf der Oktaëderfläche des Bleiglanz hervorbringt, dennoch ein Unterschied besteht. Die Strahlen, welche bei Bleiglanz genau in die Triakisoktaëderzone fallen, zeigen beim Pyrit eine constante, wenn auch unbeträchtliche Abweichung von dieser Zone. Wenn man also nach Allem die Oktaëderfläche des Pyrit als primäre Aetzfläche für Aetzung mit Alkalien bezeichnen darf, scheint es unthunlich, die Zone [111 . 1$\bar{1}$1] als Aetzzone aufzufassen.

Eine Entscheidung dieser Frage schien mir möglich durch das Studium der Dodekaëderfläche. Beim Bleiglanz zeigt die Dodekaëderfläche jenes charakteristische Verhalten, welches Flächen einer Aetzzone auszuzeichnen pflegt: Glanz nach der Aetzung, Aetzgrübchen, Riefung im Sinne der Aetzzone. Ist die analoge Zone des Pyrit keine Aetzzone, so waren statt dieser Merkmale zu erwarten: Glanzlosigkeit, Auftreten von Aetzhügeln und Verschwinden des Centralreflexes.

In der That wurde diese Erwartung durch den Versuch bestätigt. Zur Untersuchung kam ein Krystall (VIII . 248), an welchen eine Dodekaëderfläche angeschliffen worden war.

Nach einstündiger Aetzung in Aetzkali zeigte die geätzte Fläche mattes Aussehen und war dicht bedeckt mit scharfen Aetzhügeln, deren Form die Fig. 35, Taf. III zeigt.

Dieselbe lässt sich als Combination der beiden benachbarten Oktaëderflächen mit der nächsten Pyritoëderfläche deuten, wenn wir von den schwer erkennbaren Flächen des nach abwärts gerichteten Steilabfalles absehen. Dazu treten untergeordnete Abstumpfungsflächen, welche bezeichnender Weise wiederum nicht in der Zone der grossen Aetzflächen liegen.

Das Lichtbild zeigt zwei lichtstarke Reflexe, welche nach den ausgeführten Messungen ungefähr dieselbe Position haben, wie die mit *w* bezeichneten Reflexe im Lichtbild des Würfels; ferner zwei durch einen Lichtbogen verbundene Culminationen, welche der Pyritoëderfläche entsprechen. Gemessen wurden die Winkel zwischen den entsprechenden Reflexen links und rechts und die Winkel der

Digitized by Google

einzelnen Reflexe zur Würfelfläche 001 (h), deren Reflex noch erkennbar war.

$$w\,w_1 = 67^0\,28' \quad w = (875\,.\,887) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (61)$$

$$\begin{aligned} h\,w &= 50^0\,49' \\ h\,w_1 &= 51^0\,42' \\ \hline \text{Mittel} &= 51^0\,15' \end{aligned}$$

$$\pi\,\pi_1 = 12^0\,26' \quad \pi = (528\,.\,123) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (62)$$

$$\begin{aligned} h\,\pi &= 28^0\,57' \\ h\,\pi_1 &= 28^0\;\;2' \\ \hline \text{Mittel} &= 28^0\,29' \end{aligned}$$

Aus diesen Positionen kann man die Schimmerwinkel berechnen, welche zur Controle gemessen wurden.

Die Uebereinstimmung ist hier keine gute, was hier vornehmlich der Unvollkommenheit der Goniometermessung zuzuschreiben sein dürfte.

Schimmerwinkel w gerechnet $+ 168^0\,39'$, gemessen $+ 176{\cdot}2^0$
„ π „ $+ 40^0\,33'$, „ $+ 33{\cdot}7^0$.

Indem ich eine eingehende Würdigung der in diesem Theile niedergelegten Beobachtungen dem IV. Theile der Abhandlung vorbehalte, mag hier nur kurz darauf hingewiesen werden, dass für alkalische Aetzung die Flächen (111) und π(102) die Rolle primärer Aetzflächen spielen, dass ferner eine Aetzzone sich für alkalische Aetzung nicht nachweisen lässt und dass bei aller Verschiedenheit, welche alkalische und Säure-Aetzung darbieten, gewisse gemeinsame Züge hervortreten, welche einen tieferen Einblick in den molecularen Bau der Pyritkrystalle gestatten. Hierzu gehört namentlich der Umstand, dass die Aetzflächen alle in den positiven Krystallräumen oder diesen doch sehr nahe liegen.

III. Anomale Pyrite.

Auch die vollkommensten Pyrite, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, zeigen bisweilen Erscheinungen, welche mit der Theorie der Aetzfiguren, wie sie bisher allgemein acceptirt und zur Systembestimmung verwendet wurde, nicht im Einklang stehen. Namentlich ist die Würfelfläche durch derartige Abnormitäten ausgezeichnet. Die

Digitized by Google

Theorie verlangt für die Würfelfläche des Pyrit eine disymmetrische Aetzfigur. Während nun die Lichtfigur diesen Charakter stets deutlich erkennen lässt, findet man sehr häufig, dass die einzelnen Aetzfiguren dieser Forderung nicht entsprechen. Neben den regelmässigen disymmetrischen Aetzfiguren erscheinen, bisweilen sogar häufiger als diese, monosymmetrische. Letztere wiederholen sich dann in zwei entgegengesetzten Stellungen, deren Reflexe sich dann wieder zu einem disymmetrischen Lichtbilde ergänzen (vergl. pag. 253).

Bisweilen liegen disymmetrische und monosymmetrische Aetzfiguren in beiden Stellungen in bunter Mischung neben einander. Es kommt aber auch häufig vor, dass Figuren einer und derselben Art auf gewissen Feldern ausschliesslich auftreten.

So zeigt der Krystall I, 185 auf der Endfläche dreierlei Felder (vergl. Fig. 44, Taf. IV). Auf den weiss gelassenen Stellen *(a)* trifft man nur disymmetrische Figuren, auf den punktirten *(b)* nur Figuren von der Form Taf. II, Fig. 2*e*, auf den schraffirten *(b_1)* nur Figuren von der Form Taf. II, Fig. 2*d*.

Hier konnte offenbar die Vermuthung einer Mimesie Raum gewinnen. Die Theile *a* würden ihrer Symmetrie nach der Basis, die Theile *b* und b_1 dem Prisma eines rhombischen Krystalls in zwei zwillingsgemässen Stellungen entsprechen.

Allein versucht man unter Zugrundelegung einer derartigen Hypothese die Erscheinungen auszudeuten, so kommt man auf gewaltige Schwierigkeiten. Es wollte nicht glücken, die auf einer Würfelfläche supponirten Grenzen der Individuen auf den benachbarten Flächen weiter zu verfolgen. Ausserdem führt die eigenthümliche pyritoëdrische Symmetrie des Pyritkrystalles zu sehr sonderbaren Annahmen bezüglich der Symmetrie der Einzel-Individuen. Die ursprüngliche Annahme rhombischer Individuen erweist sich als unzureichend, man müsste bis zu triklinen Individuen herabsteigen und dafür war wieder aus den Formen der Aetzfiguren keinerlei Anhalt zu gewinnen.

Die in Rede stehende Erscheinung muss also anders erklärt werden. Es erscheint mir hierzu erforderlich, auf die Natur der Aetzfiguren etwas näher einzugehen.

Bei der Aetzung der Würfelfläche mit Säuren entsteht unter allen Umständen bei allen untersuchten Individuen aller Fundorte eine Riefung nach der Grundkante des positiven Pyritoëders. Neben dieser

Digitized by Google

überall so ziemlich gleichbleibenden Erscheinung tritt nun noch eine zweite, veränderliche auf: die Entstehung von tieferen Aetzfiguren. Diese zeigen merkliche Unterschiede in ihrer Grösse, Gestalt und Zahl bei Krystallen verschiedener Fundorte, ja manchen Pyriten scheinen sie gänzlich fehlen zu können. Auch von Krystallen desselben Vorkommens kann der eine sie in reichlicherer Menge entwickeln als der andere und dieselbe Verschiedenheit kann man auf verschiedenen Würfelflächen desselben Krystalles beobachten.

Wenn wir unter Molecularstructur einer Krystallart jene Anordnung kleinster Theilchen verstehen, welche bei allen Krystallen derselben Art die gleiche ist, unter Tektonik aber jene erst durch die Art des Wachsthums bedingten Verschiedenheiten, durch welche sich verschiedene Krystalle derselben Art von einander unterscheiden, dann müssen wir angesichts des oben geschilderten Verhaltens der Aetzfiguren sagen, dass dieselben in ihrer Entstehung, Grösse, Zahl und Ausbildung vor allem von der Tektonik des betreffenden Krystalles abhängen, während allerdings der den verschiedenen Ausbildungsweisen zu Grunde liegende Typus von der Molecularstructur abhängt. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheinen aber jene tektonischen Momente als Störungen der Molecularstructur, welche je nach der Art des Wachsthums in verschiedener Zahl, Ausdehnung und Art auftreten können.

Sehr wahrscheinlich erscheint es mir, dass bei jenen Pyriten, welche nach der Aetzung nur eine zarte Riefung nach dem Pyritoëder zeigen, derartige Störungen im geringsten Maasse vorhanden sind. Diese Pyrite würden sich der idealen Vollkommenheit des Krystallbaues am meisten nähern. Für die Entstehung dieser Riefung würde ich mich jener Erklärung anschliessen, welche v. Ebner in seiner ausgezeichneten Arbeit über die Lösungsflächen des Calcit entwickelt hat. (Molecular etwas verschiedene Beschaffenheit des Lösungsmittels an benachbarten Stellen.)

Die grösseren Aetzfiguren würden dagegen nur an solchen Stellen entstehen, wo eine — freilich für unsere groben Beobachtungsmittel häufig nicht nachweisbare — Störung der Molecularstructur vorliegt.

Es ist denkbar, dass diese Störung so orientirt ist, dass sie die Symmetrie der betreffenden Fläche nicht beeinträchtigt. Dann wird auch die aus derselben hervorgehende Aetzfigur der Symmetrie

Digitized by Google

entsprechen. Es ist aber auch denkbar, dass die Störung anders orientirt ist; dann wird eine Aenderung in der Symmetrie der Aetzfigur die Folge sein. Da aber einerseits zwischen der Störung und der Tektonik des Krystalles ein bestimmter Zusammenhang besteht, und da sich andererseits die Tektonik auch in der Oberflächenzeichnung des Krystalls verräth, müsste man auf Grund dieser Voraussetzungen einen Zusammenhang zwischen der Oberflächenzeichnung und dem Auftreten der mindersymmetrischen Aetzfiguren erwarten.

Ein solcher Zusammenhang scheint aber in der That zu bestehen.

Für die Krystalle von Traversella ist eine Art von Oberflächenzeichnung sehr charakteristisch, welche Struever in seiner bekannten Monographie (Memorie della Reale Accademia delle Science di Torino. II, XXVI) auf Taf. XIII, Fig. 176, abbildet. Die Würfelfläche ist bedeckt mit tafelförmigen, sechseckigen Fortwachsungen, welche von schmalen Randflächen der Formen $\pi(102)$ und $\pi(213)$ begrenzt sind.

Wir dürfen aus diesen Fortwachsungen schliessen, dass nur ein Theil der Würfelfläche durch Ansatz kleinster Theilchen normal zur Würfelfläche fortwächst, andere Theile durch die flächenförmige Ausbreitung der erwähnten Fortwachsungen, also durch Ansatz kleinster Theilchen normal zur Fläche 102 und der benachbarten Diploëderfläche einerseits, normal zur Fläche $\bar{1}02$ und der benachbarten andererseits.

Wir dürfen ferner erwarten, dass auf den nach 102 gewachsenen Theilen eine Streifung nach dieser Fläche, auf den nach $\bar{1}02$ gewachsenen eine Streifung nach $\bar{1}02$ zu beobachten sein werde, während wir auf den nach 001 gewachsenen Flächentheilen entweder gar keine oder Streifung nach beiden Pyritoëderflächen erwarten dürfen.

Nach diesen Voraussetzungen wachsen die verschiedenen Antheile der Würfelfläche auf dreierlei Art, nach 001, nach 102 oder nach $\bar{1}02$. Dies lässt zunächst das Auftreten von disymmetrischen und von monosymmetrischen Aetzfiguren in zwei Stellungen erklärlich erscheinen.

In günstigen Fällen müsste es aber weiter möglich sein, an dem Charakter der Oberflächenzeichnung diese dreierlei Flächenantheile zu erkennen und zu prüfen, ob wirklich die Vertheilung der verschiedenen Aetzfiguren den gemachten Voraussetzungen entspricht.

Digitized by Google

Es wurden daher folgende Untersuchungen angestellt: Eine Würfelfläche eines Krystalls von Traversella lässt eine einzige grosse Fortwachsung erkennen. Dieselbe fällt mit deutlichen Stufen von $10\bar{2} . 213 . 2\bar{1}3$ gebildet nach vorne ab zu dem vollkommen glatten, streifenfreien Theil an der vorderen Würfelkante. Nach rückwärts war die Streifung nach $\bar{1}02$ zarter. Die Mitte der Fortwachsung zeigte sehr zarte Riefen, doch schimmerten dieselben nach beiden Seiten.

Nach der Aetzung zeigte die vordere Hälfte der Abdachung ganz vorherrschend Figuren von der Form und Stellung Fig. 2 *e*, Taf. II; die rückwärtige Hälfte viele monosymmetrische Figuren in entgegengesetzter Stellung, daneben auch viele disymmetrische.

Ein anderer Krystall zeigte auf einer Würfelfläche durchaus eine einseitige Streifung nach 102. Nach der Aetzung zeigten sich ausschliesslich Aetzfiguren von der Form und Stellung Fig. 2 *e*. Der Zusammenhang zwischen Streifung und Aetzfiguren ist also derselbe wie früher.

Dass die monosymmetrische Ausbildung der Aetzfigur nicht durch die Thatsache der Streifung und die dadurch bedingte Unebenheit der Fläche bedingt sein kann, geht wohl schon daraus hervor, dass die Monosymmetrie hauptsächlich die tieferen Theile der Aetzfigur betrifft, welche von der Oberfläche des Krystalls gar nicht geschnitten werden. Ueberdies wurde im letzteren Falle die Streifung durch Anschleifen und Poliren der Fläche entfernt; die entstandene Schliffläche wurde der Messung unterzogen und zeigte eine sehr geringe (2′) Abweichung von der theoretischen Lage der Würfelfläche.

Durch diese Beobachtungen ist wohl der Nachweis geliefert, dass die in Rede stehenden Symmetrieabweichungen der Aetzfiguren mit der Tektonik des Krystalles in Zusammenhang stehen. Ja, es lässt sich sogar die Art des Zusammenhanges angeben. Wenn wir uns die Störungen als linear ausgedehnt, also etwa als Canäle vorstellen, längs denen die Lösung rascher vorschreitet und deren Mündung sie der Molecularstructur entsprechend ausweitet, so folgt für die oben betrachteten Fälle, dass die Störungen senkrecht zur wachsenden Fläche, also in der Richtung des Wachsthums liegen.[1])

[1]) Eben erhalte ich Heft 1 des 12. Bd. der Zeitschr. f. Kryst., in welchem Baumhauer einen ähnlichen Zusammenhang zwischen der Tektonik und dem Resultate der Aetzung am Speiscobalt vom Schneeberg nachweist.

Digitized by Google

Pyrit von Přibram.

Viel schwierigere Verhältnisse lassen jene Pyrite erkennen, welche schon in der Einleitung als „anomale“ bezeichnet wurden. Am genauesten wurden die Pyrite von Přibram untersucht. Die besten Krystalle stammen von einer Stufe des mineralogischen Institutes der Czernowitzer Universität.

Die 5—6 Millimeter grossen Pyritkrystalle sitzen einzeln auf Quarz und sind zum Theile bedeckt von dem gewöhnlichen Přibramer Calcit, der die Formen $(10\bar{1}0)$ und $\pi(01\bar{1}2)$ zeigt. Träger der Combination ist der Würfel, untergeordnet ein gekrümmtes Pentagondodekaëder, und kleine, aber glatte und glänzende Flächen des Oktaëders.

Die letzteren allein gestatten genauere Messungen. Die Bilder sind aber selten einfach; meist sind mehrere vorhanden; stets kommen aber solche vor, welche nahezu genau am theoretischen Ort der Oktaëderfläche liegen. Die anderen sind als Vicinalflächen aufzufassen. Die Würfelflächen sind stark und nicht vollkommen parallel zur Combinationskante mit dem Pyritoëder gerieft. Die Flächen des letzteren geben über grosse Strecken zerstreute Reflexbilder; oft ordnen sich dieselben in drei gegen den benachbarten Würfelreflex divergirende Reihen. Der Punkt, wo sich diese schneiden, ist zuweilen durch ein schwaches Reflexbild markirt, welches — soweit dies die unvollkommenen Messungen zu constatiren erlauben — dem Pyritoëder $\pi(102)$ entspricht. Die hellsten Reflexe entsprechen einem flacheren Pentagondodekaëder; selten kommen noch Reflexe vor, welche einem steileren Dodekaëder entsprechen. Alle diese Flächenelemente sind, obwohl sie sich manchmal recht weit von der Lage des Pyritoëders entfernen, doch nur als Vicinalflächen der Form $\pi(102)$ aufzufassen.

Es sei hier ausdrücklich hervorgehoben, dass die Messungen keine derartigen Abweichungen von tesseraler Symmetrie ergeben, dass man vom geometrischen Standpunkte aus dieselbe in Zweifel ziehen dürfte. Die Abbildung Taf. III, Fig. 47, bei Struever gibt ein gutes Bild von dem Aussehen dieser Krystalle, wenn man sich die kleinen Flächen von (211) wegdenkt.

Aetzt man einen solchen Krystall mit Aetzkali, so zeigt sich kein Unterschied gegen die normalen Pyrite, man erhält mehr oder weniger deutlich den Oktaëderschimmer.

Digitized by Google

Aetzung mit Säuren.

Aetzt man dagegen mit irgend einer der Säuren, welche den Pyrit angreifen, so zeigt sich eine eigenthümliche Erscheinung. Der Krystall wird auf der ganzen natürlichen Oberfläche vollkommen sammtartig matt, bei gelungenen Präparaten tief schwarz. Die Flächen schimmern erst, wenn das Licht nahezu parallel zur Oberfläche einfällt.

Anders verhalten sich Bruch-, Spalt- oder Schliffflächen, die durch das Innere des Krystalles gelegt werden. Diese lassen im allgemeinen lebhaften Schimmer und eine Feldertheilung erkennen, welche auf den ersten Blick mit der äusseren Begrenzung des Krystalles in Zusammenhang steht.

a) Hexaëderfläche.

Eine Schliffläche parallel 100, welche nicht genau durch die Mitte des Krystalls gelegt wurde, zeigt Taf. IV, Fig. 36 (IX. 55). Man erkennt ein Mittelfeld, welches genau so dunkel und sammtartig aussieht wie die natürliche Würfelfläche. Die übrige Fläche zerfällt in vier Sectoren, deren Grenzen gegen die schärferen Kanten zwischen Pyritoëder und Würfel hinziehen. Jeder Sector zeigt eine Riefung, welche, wenn wir von den kleinen Feldern in der Mitte absehen, im allgemeinen auf der äusseren Begrenzung durch die Würfelfläche senkrecht steht. Diese vier Sectoren sind paarweise, und zwar immer die gegenüberliegenden gleich.

Die Sectoren *I* oben und unten zeigen eine flachere, gröbere, die Sectoren *II* rechts und links eine tiefere feinere Riefung. Jeder Sector liefert deutliche Aetzreflexe, welche sich zu dem in Fig. 37 dargestellten Lichtbild zusammensetzen. Es gehören die mit dem Index I bezeichneten Reflexe zu den Sectoren oben und unten, die mit II bezeichneten zu den Sectoren recht und links.

Zur Fixirung dieser Aetzflächen dienten folgende Messungen:

$$hp_{II} = 66^0 53'$$
$$hp'_{II} = 66^0 26'$$

$$h_{II}h'_{II} = 2^0 52'$$
$$p_I\, p'_I = 47^0\ 5'$$

Digitized by Google

Aus diesen Messungen ergibt sich, dass die Reflexe p_I und p_{II} Flächen derselben Form entsprechen. Denn der Winkel zur nächsten Würfelfläche berechnet sich für

$$p_I = 23^\circ 32{\cdot}5'$$
$$p_{II} = 23^\circ 21{\cdot}5'$$
$$\text{Mittel} = 23^\circ 27'$$

Dies entspricht der Position für $p_I = 1000 \,.\, 434 \,.\, 0$
$h_{II} = 1000 \,.\, 0 \,.\, 32$

Ein ähnliches Präparat (IX . 245), welches mit Königswasser aus rauchender Salpetersäure geätzt worden war, lieferte deutliche Reflexe entsprechend h_{II} und p_I; die p_{II} entsprechenden waren undeutlich und lichtschwach.

Die Messung ergab:

$$h_{II} h'_{II} = 8^\circ 40'$$
$$p_I \, p'_I = 48^\circ 38'$$

Hieraus ergibt sich die Position für

$$h_{II} = 1000 \,.\, 0 \,.\, 76$$
$$p_I = 1000 \,.\, 452 \,.\, 0$$

Sehr eigenthümlich war das Verhalten einer mit verdünnter Salpetersäure geätzten Schliffläche (IX . 158). Die Verdoppelung von h trat hier nicht ein, dafür erschienen Reflexe von der beiläufigen Lage von Rhombendodekaëderflächen.

Es wurde gemessen:

$$h p_I = 27^\circ 34'$$
$$h p'_I = 27^\circ 39'$$
$$\text{Mittel} = 27^\circ 36'$$

$$h d_I = 42^\circ 48'$$
$$h d'_I = 42^\circ 56'$$
$$\text{Mittel} = 42^\circ 52'$$

$$h{\cdot}d_{II} = 44^\circ 24'$$
$$h d'_{II} = 45^\circ 19'$$
$$\text{Mittel} = 44^\circ 52'$$

Die Reflexe d_I, p_I, p'_I, d'_I liegen in derselben Zone und rühren her von Sector I, die Reflexe d_{II} und d'_{II} liegen in der zur vorigen senkrechten Zone und vertreten gewissermassen p_{II}.

Digitized by Google

Den Reflexen p_I entspricht die Position 1000 . 523 . 0,
den Reflexen d_I die Position 1000 . 928 . 0.
Für d_{II} darf man unbedenklich 101 einsetzen.

Das Auftreten der Dodekaëderfläche als Aetzfläche ist eine sehr auffallende und vereinzelt dastehende Erscheinung.

Die Untersuchung der Schliffflächen parallel dem Würfel ergibt also: Der ganze Krystall zerfällt in so viele Sectoren, als Würfelflächen vorhanden sind. Jeder solche Sector endet an der Oberfläche des Krystalls mit einer Würfelfläche und den zwei benachbarten Pyritoëderflächen: in jedem Sector treten nur Aetzflächen auf, welche auf der Würfelfläche an der Oberfläche des Krystalls senkrecht stehen, und zwar entsprechen sie den beiden auf dieser Würfelfläche senkrecht stehenden Pyritoëderflächen und derjenigen Würfelfläche, welche die schärfere Kante der beiden letzteren abstumpft. Die Reflexe dieser Würfelfläche erscheinen senkrecht zur Aetzzone (also in der Richtung der benachbarten Pyritoëderflächen) verdoppelt, aber in der Aetzzone gestreckt.

In dem Sector *I*, welcher am Krystall mit der Fläche 001 endet, treten demnach als Aetzflächen auf: 210 und $2\bar{1}0$, ferner 010 verdoppelt in zwei Flächen, welche in der Zone [$02\bar{1}$. 010 . 021] liegen. Offenbar kommt einem solchen Sector, für sich betrachtet, rhombische Symmetrie zu.

Dieses verhältnismässig einfache Bild wird etwas complicirter, wenn wir auf jene kleinen Felder Rücksicht nehmen, welche die Schliffflächen bisweilen in der Nähe des Kernes erkennen lassen und welche in Fig. 36 auf Taf. IV mit *c* und *d* bezeichnet sind.

Zunächst erkennt man bei aufmerksamer Beobachtung Anwachsstreifen, welche im grössten Theil der Schliffläche parallel den Würfelflächen verlaufen. Die Grenzen der Sectoren verlaufen streng durch jene Stellen, an welchen diese Anwachsstreifen umbiegen. In der Nähe des Mittelfeldes zeigen diese Anwachsstreifen einen etwas anderen Verlauf und lassen erkennen, dass eine Zeitlang das Pyritoëder an der Begrenzung des Krystalls in grösserer Ausdehnung sich betheiligt habe. Soweit in Sector *II* diese nach dem Pyritoëder gerichteten Anwachsstreifen auftreten, reichen die mit *d* bezeichneten Felder, welche sich durch eine etwas anders beschaffene Oberfläche und anders orientirten Schimmer von der Umgebung unterscheiden. Die feine Riefung erscheint abgelenkt, steht nahezu senkrecht auf

Digitized by Google

den Anwachsstreifen und es tritt Schimmer in Richtungen senkrecht zu dieser Riefung auf. Zwei diagonal gegenüberliegende Felder (d_1 d_3) schimmern gleichzeitig, zwei benachbarte in Richtungen, welche symmetrisch liegen zur Schimmerrichtung des Hauptfeldes.

Es ist leicht zu entnehmen, dass diese Felder nicht nach der Würfelfläche, sondern d_1 nach der Fläche 021, d_2 nach $0\bar{2}1$, d_3 nach $0\bar{2}\bar{1}$ gewachsen sind.

Auch ein Theil von Sector *I* (in Fig. 36 mit *c* bezeichnet) zeigt abweichende Oberflächenstructur und Schimmer in zwei Richtungen, welche zur Verticallinie symmetrisch stehen und nach oben divergiren. Nach Analogie kann man annehmen, dass diese Partie nach einer der oberen, an 001 anliegenden Pyritoëderfläche gewachsen sei, und zwar, da die Schliffläche nahe der rückwärtigen Fläche $\bar{1}00$ angelegt ist, nach der Fläche $\bar{1}02$.

Leider sind diese Felder zu klein, die von ihnen ausgehenden Reflexe zu undeutlich und lichtschwach, als dass eine goniometrische Messung möglich wäre. Nur Schimmermessungen konnten ausgeführt werden. Die Schimmerrichtungen auf *c* bilden mit den Schimmerrichtungen von *a*, welche der horizontalen Würfelkante parallel sind, folgende Winkel:

Rechts: 28·0°
Links: 28·9°
Mittel: 28° 27′

Der Schimmer auf *d* kann nur bei sehr flach einfallendem Licht gemessen werden. Man erhält für den Winkel mit der Schimmerrichtung der Felder *b*, welche der verticalen Würfelkante parallel geht:

Für d_1: 16·1°
„ d_2: 17·5°
Mittel: 16·9°

Wenn man voraussetzen darf, dass die Aetzflächen in den Feldern *c* und *d* analoge Lage haben, lässt sich aus diesen Angaben beiläufig die Position der Aetzflächen berechnen. Es ergibt sich für die Aetzflächen auf *c* das Zeichen 3·291 . 1·861 . 1 oder umgerechnet in die hier gewöhnlich angewandte Schreibweise (höchster Index = 1000): 1000 . 565 . 304. Es ist dies eine Fläche von ähnlicher Lage, wie sie als Flächen π von den normalen Pyriten bekannt ist.

Digitized by Google

Eigenthümlich ist nun die Orientirung dieser Flächen in den Feldern *c* und *d*.

Auf *c*, welches gewachsen ist nach $\bar{1}02$, kommen Flächen von ähnlicher Lage wie 421 und $42\bar{1}$ vor.

Auf d_1 und d_3 gewachsen nach 021 und $0\bar{2}\bar{1}$ treten Flächen von ähnlicher Lage wie $2\bar{1}4$ und $21\bar{4}$ auf.

d_2 gewachsen nach $0\bar{2}1$ zeigt Flächen von ähnlicher Lage wie 214 und $2\bar{1}\bar{4}$. Wir sehen demnach auch bei den kleinen Feldern das Princip durchgeführt, welches bezüglich der nach den Würfelflächen gewachsenen Hauptantheile ermittelt worden:

Von den am Pyrit überhaupt möglichen Aetzflächen kommen vorherrschend solche zur Entwicklung, welche auf der wachsenden Oberfläche senkrecht stehen.

b) Oktaëderfläche.

Mit den geschilderten Erscheinungen an den Schliffflächen nach dem Würfel stehen jene in Einklang, welche an angeschliffenen Oktaëderflächen zu beobachten sind. Leider sind die natürlichen Oktaëderflächen zu klein, um Beobachtungen zu gestatten.

Eine solche Schlifffläche parallel $1\bar{1}1$ nach der Aetzung mit Säure zeigt Fig. 38, Taf. IV (IX . 246). Auch hier erkennt man Sectorentheilung, welche wiederum mit der äusseren Begrenzung im deutlichen Zusammenhange steht. Die drei Sectoren geben ein deutliches Lichtbild, welches in Fig. 39, Taf. IV, ebenfalls in sphärischer Projection dargestellt ist. Jeder Sector liefert zwei Reflexe, *h* und *p*, welche mit Ziffern versehen sind, andeutend den Sector, von welchem sie herrühren.

Zur Bestimmung der Position der Reflexe *h* und *p* wurden die Bögen zu den natürlichen Würfelflächen h_1 $(0\bar{1}0)$, h_2 (100), h_3 (001) gemessen, welche vor der Aetzung durch theilweise Bedeckung mit Canadabalsam geschützt worden waren. Der Reflex *h* wurde in der Zone der beiden Würfelflächen eingestellt. Der Reflex *p* zeigte sich in Folge von Schleppung gegen die geätzte Fläche hin verschoben, es wurde daher *p* und die entferntere Würfelfläche justirt und die Abweichung der 2. Würfelfläche von der justirten Zone bestimmt.

Krystall IX . 246, welcher genau so wie der Würfelschliff IX . 155 behandelt worden, gab folgendes Resultat:

Digitized by Google

$h_2 h_{III}$[1])	= 87° 58′	$h_2 p_{II}$	= 67° 15′	δ von h_3	= 8·5
$h_3 h_I$	= 87° 46′	$h_3 p_{III}$	= 68° 3′	δ „ h_1	= 9·5
$h_1 h_{II}$	= 87° 57′	$h_1 p_I$	= 66° 17′	δ „ h_2	= 10·0
Mittel	= 87° 54′		67° 12′		9·3 = 2° 36′

Aus diesen Messungen ergibt sich als Position für die Aetzflächen des oberen Sectors *I*:

$$h = 0 . \bar{1}000 . 37$$
$$p = 1000 . \bar{4}21 . 32$$

Also Zahlen, welche mit den entsprechenden der Aetzflächen auf dem Würfelschliff übereinstimmen.

Zur Controle wurden auch Schimmermessungen angestellt. Jeder Sector zeigt Schimmer in 2 Stellungen, welche jedoch nur bei sehr verschiedener Incidenz des Lichtes wahrnehmbar sind. Je zwei benachbarte Sectoren schimmern nahezu in gleichem Azimut, aber bei verschiedener Incidenz und in verschiedenem Grade. Nur die von den Reflexen *p* herrührenden Schimmerstellungen konnten in Bezug auf ihr Azimut gegen die Krystallkanten fixirt werden.

Wenn als Ausgangspunkt die Kante mit der Würfelfläche 001 dient, so ergibt sich für das Schimmer-Azimut von

Sector	*I*	52·6°	berechnet	53° 30′
„	*II*	173·3°	„	173° 30′
„	*III*	292·3°	„	293° 30′

Die unter „berechnet“ angeschriebenen Winkel sind aus der Goniometermessung abgeleitet.

Die Beobachtungen wurden bei einem Incidenzwinkel von 39° gemacht, das Mikroskoprohr stand senkrecht auf der Ebene der Drehung.

An dem Krystallfragment IX . 245 wurde eine Oktaëderfläche in der Richtung von 111 angeschliffen. Die früher beschriebene Würfelspaltfläche hat die Lage von $0\bar{1}0$.

Da die eigentlichen Würfelreflexe hier verschwunden waren, wurden die Winkel der von der Oktaëderfläche stammenden Reflexe zu dem Reflexe der Spaltfläche $0\bar{1}0$ gemessen $h_1 = 0 . \bar{1}000 . \bar{7}\bar{6}$.

---

[1]) Absichtlich wurde der Winkel zu der entfernteren Würfelfläche gemessen, da die benachbarte in Folge der pyritoëdrischen Streifung im Sinne der eingestellten Zone verlängerte Reflexe gab.

Digitized by Google

$$h_1\ h_{III} = 95^0\,35'$$
$$h_{III} h_{II} = 84^0\,45'$$
$$h_{III} p_{II} = 17^0\,57'$$

$$h_1 h_I = 94^0\,58'$$
$$h_I h_{II} = 84^0\,51'$$
$$h_I p_{II} = 18^0\,25'$$

Die Mittelwerthe sind: $95^0\,16'$, $84^0\,47'$, $18^0\,11'$.

Hieraus ergibt sich für den Winkel zur nächstgelegenen Würfelfläche annähernd für

$$h = 5^0\,15'$$
$$p = 23^0\,26'$$

Und die Position für

$$h = 0\,.\,1000\,.\,96$$
$$p = 1000\,.\ 433\,.\,0$$

Also wiederum sehr ähnliche Zahlen, wie sie für die Reflexe der Würfelfläche abgeleitet wurden.

Auch an den Oktaëderflächen wurden Felder bemerkt, welche von der Hauptmasse der Sectoren etwas in Structur und Schimmerrichtung differirten. Fig. 38 lässt im Innern 3 derartige Felder erkennen, welche wahrscheinlich ebenfalls nach Pyritoëderflächen gewachsen waren. Doch war es nicht möglich, die Erscheinungen hier so genau zu verfolgen wie im Würfelschliff.

Aetzung mit Alkalien.

An der natürlichen Oberfläche bewirkt dieses Aetzmittel, wie schon erwähnt, Erscheinungen, welche von denen der normalen Pyrite weit weniger verschieden sind. Die Würfelflächen erhalten deutlichen Oktaëderschimmer, die Pyritoëder zeigen sogar sehr schöne Aetzhügel.

a) Hexaëderfläche.

Eine nicht genau durch die Mitte des Krystalls gelegte Schlifffläche nach 100 lässt ebenfalls Sectorentheilung erkennen. Nur das Mittelfeld, welches ausser der nach jener Würfelfläche gewachsenen Partie, welcher die Schlifffläche parallel geht, auch jene Partien (*c* und *d* in Fig. 36) zu umfassen scheint, welche nach dem Pyritoëder gewachsen sind, zeigt den Oktaëderschimmer; die anderen Theile, welche nach den beiden anderen Würfelflächen 010 und 001 gewachsen sind, zeigen eine ähnliche Riefung wie früher, und Reflexe in jener

Digitized by Google

Zone, welche auf der Würfelfläche der äusseren Begrenzung senkrecht steht. Fig. 40, Taf. IV, zeigt das betreffende Lichtbild.

Die Messungen, nach denen dasselbe entworfen wurde, waren folgende:

$$d_{II}\, d'_{II} = 92^0\ 1'$$
$$p_I\, p'_I = 55^0\ 22'$$
$$d_I\, d'_I = 89^0\ 20'$$

$$o_1\, o_2 = 68^0\ 22'$$
$$o_3\, o_4 = 68^0\ 31'$$
$$o_2\, o_4 = 69^0\ 50'$$
$$o_1\, o_3 = 70^0\ 7'$$

Die Aetzflächen *o* und *p* haben danach ganz ähnliche Position wie bei der Aetzung der Würfelfläche normaler Pyrite. Dagegen ist das Auftreten der Reflexe *d*, welche dem Rhombendodekaëder nahe kommen, eine auffallende Erscheinung.

Für die einzelnen Flächen ergibt die Rechnung folgende Positionen:

$$o = 1000 . 914 . 962$$
$$p = 1000 . 525 . 0$$
$$d_I = 1000 . 988 . 0$$
$$d_{II} = 965 . 0 . 1000.$$

b) Oktaëderfläche.

Eine angeschliffene Oktaëderfläche zeigt deutlich die Theilung in drei Felder. Bei einem und demselben Azimut zeigt bei steilerer Incidenz erst ein Sector, bei flacherer Incidenz gleichzeitig die beiden anderen Sectoren Schimmer. Die Aetzflächen der ersten Schimmerstellung liegen beiläufig in Zone mit der Oktaëderfläche und der Würfelfläche. In dieser Zone wurde der Winkel zwischen dieser Schimmerstellung und der Oktaëdernormalen mit 34° 40′ gemessen. Diese Aetzflächen haben also beiläufig die Lage von Dodekaëderflächen. Die zweite Schimmerstellung, bei welcher die beiden anderen Sectoren schimmern, liegt in derselben Zone und fällt mit der benachbarten Oktaëderfläche zusammen. Leider waren die Reflexe zu lichtschwach, genauere Messungen daher nicht ausführbar.

Es ergibt sich aber aus dem Angeführten, dass in jedem Sector eine Dodekaëderfläche und zwei benachbarte Oktaëderflächen als

Digitized by Google

Aetzflächen auftreten. Dies ergibt für den oberen Sector *I* der Fläche $1\bar{1}1$ die Aetzflächen $1\bar{1}0$, $\bar{1}\bar{1}1$ und 111.

Schimmermessungen unter dem Mikroskop waren nur bezüglich der bei steilerer Incidenz auftretenden Schimmerstellungen, herrührend von den Aetzflächen (110), möglich. Bei Drehung des Präparates trat in jedem Sector ein deutliches Schimmermaximum auf *(d)*, an welches sich einseitig ein schwächerer Schimmer *(p)* anschloss. Nimmt man als Ausgangspunkt für die Azimutzählung wiederum die Kante zur Würfelfläche 001, so zeigen die Sectoren Schimmer in folgenden Azimuten:

		Berechnet	*a*	*b*
Sector *Ip*	66·2°		61° 45′	60°
d	88·0°		88° 23′	90°
IIp	182·8°		181° 45′	180°
d	207·4°		208° 23′	210°
IIIp	304·3°		301° 45′	300°
d	328·3°		328° 23′	330°

Unter *a* sind jene Zahlen angesetzt, welche sich aus der Position von *p* und *d* am Würfelschliff IX . 243 berechnen. Unter *b* jene Zahlen, welche (110) und π(210) verlangen würden.

Die Richtigkeit der Beobachtung kann hier auch noch durch die Form der Aetzfiguren geprüft werden. Während nämlich bei allen anderen Schliffpräparaten des Přibramer Pyrit die Aetzfiguren so dicht stehen, dass sie sich gegenseitig verschneiden und die Erkennung der Form vereitelt wird, treten hier an einigen wenigen Stellen die Aetzfiguren weiter auseinander und zeigen auf dem oberen Sector *I* die in Fig. 41, Taf. IV, dargestellte Form, welche sich als vertiefte Combination von 111 . $\bar{1}\bar{1}1$. $1\bar{1}0$ und $2\bar{1}0$ sehr gut deuten lässt. Besonders ist die einseitige Umbiegung der oberen flachen Aetzfläche, welche dem einseitig anschliessenden Schimmer *p* entspricht, sehr gut zu erkennen.

Im Ganzen zeigt sich auch bei der Aetzung mit Aetzkali Uebereinstimmung der Erscheinungen an Oktaëder- und Würfelschliffflächen. In jedem nach einer Würfelfläche gewachsenen Sector erscheinen als Aetzflächen ausser den Oktaëderflächen solche, die der Verticalzone des als rhombisches Individuum aufgefassten Sectors entsprechen. Beispielsweise treten am Sector *I*, welcher am Krystall

Digitized by Google

auf 001 endigt, ausser den Oktaëderflächen noch auf: 210 und $2\bar{1}0$, ferner 110 und $1\bar{1}0$, sowie die parallelen Gegenflächen.

Die nach Pyritoëderflächen gewachsenen Antheile machen sich hier bei Weitem nicht so deutlich geltend. Es scheint, dass an diesen ausschliesslich Oktaëderflächen zur Ausbildung kommen, Pyritoëder- und Dodekaëderflächen jedoch fehlen.

Ausser den Krystallen, welche Gegenstand der vorstehenden Darstellung waren, kamen vom Přibramer Pyrit auch noch jene seltsamen, nach einer Würfelkante gestreckten Wachsthumsformen zur Untersuchung, welche Vrba[1]) zum Object einer interessanten krystallographischen Studie dienten. Auch an diesen beobachtete ich das Mattwerden der ganzen natürlichen Oberfläche und die Faserung senkrecht zu derselben. Auf dem Querbruch der langen, meist von 210, $2\bar{1}0$ und 010 und den parallelen begrenzten Säulchen beobachtet man den sammtartig matten Mittelfleck, welcher dem nach 001 gewachsenen Antheil des Krystalls entspricht und eine äussere Zone, welche glänzt und eine feine Riefung senkrecht zur Begrenzung erkennen lässt.

Pyrit vom Giftberg bei Hořowitz.

Ganz ähnliche Verhältnisse wie bei den Krystallen von Přibram beobachtete ich an Krystallen einer Stufe, welche polysynthetische Pyritkrystalle in halbkugeligen und traubenförmigen Drusen mit Barytkrystallen vergesellschaftet zeigt. Als Fundort der Stufe wurde mir Giftberg bei Hořowitz, Böhmen, genannt.

Die stark verwachsenen Krystalle zeigen selten mehr als zwei freie Würfelecken. Sie werden von Flächen des Würfels und des Pyritoëders begrenzt, welche ungefähr im Gleichgewicht ausgebildet sind. Die Würfelfläche ist wiederum stark gestreift parallel dem Pyritoëder, und aus vielen nicht vollkommen parallelen Facetten zusammengesetzt. Die Pyritoëderflächen sind stark gekrümmt und meist durch Vicinalflächen vertreten, welche von der theoretischen Lage von π(210) sich weit entfernen.

Häufig beobachtet man ein stumpferes und ein steileres Pentagondodekaëder und ein gewölbtes Diploëder, welche in einer stumpfen Spitze über der Mitte der Pyritoëderfläche zusammenstossen. Oft

[1]) Mineralog. Notizen. 5. Pyrit vom Lillschacht in Přibram. Z. f. Kryst. IV, pag. 357, 1880.

Digitized by Google

treten über einer Pyritoëderfläche mehrere solche stumpfe Spitzen auf, eine Erscheinung welche ja anderwärts häufig genug beobachtet wurde. Nach den besten Messungen entsprechen diese Vicinalflächen den Formen: $\pi(520)$, $\pi(530)$, $\pi(841)$, doch weichen die gemessenen Winkel namentlich bei der letzten um $^1/_2$—6° von den geforderten ab, schwanken auch bei verschiedenen Krystallen beträchtlich.

Nach der Aetzung zeigen die Krystalle ein ähnliches Verhalten wie die von Přibram. Hervorzuheben wäre nur, dass die schärferen Combinationskanten zwischen Würfel und Pyritoëder, sowie die Seitenkanten dieses selbst häufig glänzend erscheinen.

An der angeschliffenen und geätzten Würfelfläche 100 (Fig. 42, Taf. IV) erkennt man deutlich die Sectoren, welche wiederum genau den nach den Würfelflächen, respective Pyritoëderflächen gewachsenen Antheilen entsprechen. Hier zeigt sich aber noch eine beim Pyrit von Přibram nicht beobachtete Erscheinung. Sowohl das sammtartig matte Mittelfeld, als die Grenze der beiden Sectoren ist durch einen, wenn auch vielfach unterbrochenen glänzenden Streifen umzogen, welcher gegen die schärfere Combinationskante zwischen Pyritoëder und Würfel hinzieht. Die Oberfläche ist an diesen in der Figur weiss gelassenen Stellen überaus zart gerieft in derselben Art wie die Würfelfläche normaler Pyrite zwischen den tieferen Aetzfiguren; nach den Seiten verschwimmen diese glänzenden Streifen ohne scharfe Grenze in die benachbarten kräftig gerieften Sectoren. Diese glänzenden Leisten entsprechen dem Verhalten der erwähnten Kanten an der Oberfläche des Krystalls.

Die Sectoren zwischen diesen Leisten zeigen ähnliche Schimmerverhältnisse wie die analogen Sectoren vom Přibramer Pyrit. Genauere Messungen habe ich nicht angestellt, da Vorversuche grosse Unregelmässigkeiten ergaben, offenbar Folge des unvollkommenen Baues, der sich schon in den facettirten, gestreiften und gewölbten Krystallflächen verräth.

Analoge Erscheinungen zeigen auch Schliffe nach dem Oktaëder (vergl. Fig. 43, Taf. IV). Hier sind die breiten glänzenden Leisten, welche von dem ebenfalls glänzenden Mittelfeld gegen die schärferen Randecken hinziehen, namentlich nach Aetzung mit Alkalien, sehr auffallend. Dieselben sind mit seichten dreiseitigen Aetzfiguren bedeckt, und geben ein deutliches dreistrahliges Lichtbild wie normaler Pyrit.

Digitized by Google

Weniger deutlich sind die nach der Würfelfläche und der Pyritoëderfläche gewachsenen Antheile der drei Sectoren unterschieden. Doch erkennt man, dass sich die kleinen mit *a* bezeichneten an die Würfelfläche angeschlossenen Felder so verhalten wie die Sectoren des Přibramer Pyrites, während die mit *b* bezeichneten Antheile, die an die Pyritoëderfläche anschliessen, den Dodekaëderschimmer vermissen lassen und in der Richtung aller drei benachbarten Oktaëderflächen Schimmer zeigen. Sie verhalten sich somit ähnlich, wie die nach dem Pyritoëder gewachsenen Antheile in dem mit Aetzkali geätzten Přibramer Würfelschliff.

Somit bestehen die Pyritkrystalle vom Giftberg aus dreierlei Antheilen: *a* Antheile, die sich verhalten wie normaler Pyrit; sie stellen Platten dar, welche von den Seitenkanten des Pyritoëders und von den schärferen Combinationskanten dieser Form mit den Würfelflächen nach der Mitte des Krystalls hinziehen. An der Oberfläche des Krystalls verrathen sie sich durch glänzende Streifen, welche längs jener Kanten verlaufen, auf Schliffflächen als glänzende Leisten, welche verschieden orientirte Sectoren trennen; *b* und *c* Antheile, welche sich an die Würfel- und Pyritoëderflächen anschliessen und das von jenen Leisten gebildete Fachwerk ausfüllen. Diese Antheile verhalten sich so, wie die gleichen der Přibramer Krystalle, sie treten aber auffälliger als verschieden hervor, da beiderlei Antheile ungefähr gleiche Ausdehnung besitzen.

Auf die ausserordentlich grosse Analogie, welche zwischen den beschriebenen Erscheinungen und dem Verhalten gewisser optisch anomaler tesseraler Krystalle besteht (Alaun, Granat, Nitrate der Bleigruppe) brauche ich wohl nur hinzuweisen.

Pyrit vom Harz.

Als drittes Vorkommen dieser Art sind endlich kleine Pyritkrystalle zu erwähnen, welche mit Apophyllit und Calcit auf Kieselschiefer aufsitzen. Der Fundort der Stufe ist nicht bekannt. Sie dürfte nach dem Habitus der begleitenden Minerale vom Harz (Andreasberg) stammen. Auch diese Krystalle zeigen grobgestreifte Würfelflächen in Combination mit gewölbten Flächen des Pyritoëders, sind aber in ihrer Ausbildung womöglich noch unvollkommener als die Pyrite vom Giftberg. Gegen Aetzmittel verhalten sie sich ganz wie diese.

Digitized by Google

Es entsteht nunmehr die Frage, welche Deutung man den beobachteten Erscheinungen geben solle. Nach den ersten Beobachtungen an den Krystallen von Přibram glaubte ich eine Mimesie annehmen zu sollen. In der That haben die Sectoren — wenn wir von den kleinen nach dem Pyritoëder gewachsenen Feldern absehen — die Symmetrie rhombischer Individuen. Dieselben wiederholen sich in drei Stellungen, wodurch einige Aehnlichkeit mit einer Zwillingsverwachsung hervorgerufen wird. Allerdings fügt sich das Verwachsungsgesetz nicht den bis jetzt aufgestellten Definitionen eines Zwillings.

Die in unserem Falle supponirten Individuen hätten zwar eine Fläche parallel (111) aber in dieser keine gleichnamige Kante, sondern die Kanten, welche beim Uebergang von der rhombischen pseudoregulären Grenzform zum tesseralen System gleich würden, nämlich [111 . 001], [111 . 010], [111 . 100] erscheinen cyclisch vertauscht, wodurch drei verschiedene Stellungen zum Vorschein kommen, die man auch erhält, wenn man ein Individuum um die Normale von 111 um je 120° dreht.

Es würde demnach hier eine Verwachsung vorliegen, welche entweder zur Erweiterung des Begriffes Zwilling oder zur Construirung eines neuen Begriffes führen müsste.

Abgesehen von dieser Schwierigkeit würde diese Annahme nicht ausreichen, um alle Erscheinungen zu erklären. Es wäre nicht erklärt das Auftreten der kleinen Felder, welche nach Pyritoëderflächen gewachsen sind; es bliebe ferner die sehr auffallende Thatsache unerklärt, dass die Grenzen der anzunehmenden rhombischen Individuen genau den Umbiegungsstellen der Anwachsstreifen folgen, während sonst ein Uebergreifen eines Individuums in das Gebiet eines zweiten zu den am meisten charakteristischen Eigenthümlichkeiten echt mimetischer Krystalle gehört. Endlich würden uns die Verhältnisse des Pyrit vom Giftberg zu der complicirten Annahme nöthigen, dass regulärer und rhombisch-mimetischer Pyrit in sonderbarer Weise miteinander verwachsen auftreten.

Alle diese Schwierigkeiten veranlassten mich, diese Deutung aufzugeben und eine zweite Annahme zu versuchen, welche dem unleugbaren Zusammenhang der Anomalien mit dem Wachsthum des Krystalls Rechnung trägt, das an der Hand der Anwachsstreifen leicht verfolgt werden kann. Es wurde also die Ursache der

Digitized by Google

abweichenden Erscheinung nicht in der Molecularstructur, sondern in der Tektonik gesucht, und hierbei gleichzeitig eine Annäherung an die Erklärung der Anomalien der Traversella-Pyrite angestrebt.

Diese zweite Annahme wäre die, dass bei den in Rede stehenden anomalen Pyriten beim Wachsen Störungen im Molecularbau unterliefen, von solcher Beschaffenheit, dass sie in jedem Theil des Krystalls ein Eindringen des Aetzmittels senkrecht zur Fläche, nach der das Wachsthum stattfand, besonders erleichtern. Man darf sich diese Störungen vielleicht wieder als sehr feine Canäle vorstellen, welche senkrecht zur wachsenden Oberfläche orientirt sind. Diese Canäle müsste man in ungeheurer Anzahl und überaus dichter Anordnung annehmen, so dass in jedem Theil des Krystalls eine Art Faserung senkrecht zur wachsenden Oberfläche vorhanden ist.

Mit dieser Annahme scheinen mir die meisten Schwierigkeiten auf einfachem Wege gelöst.

Es ist nunmehr verständlich, warum Säuren immer nur jene Aetzflächen hervorbringen, welche auf der wachsenden Oberfläche senkrecht stehen. Denn Aetzflächen, welche der Faserung parallel sind haben offenbar bessere Aussicht sich zu erhalten, als alle anderen durch den Molecularbau vorgezeichneten Aetzflächen, umsomehr, als auch die Enden der Fasern von Flächenelementen mit grossem molecularen Lösungswiderstand gebildet werden, die Verkürzung der Fasern daher relativ langsam erfolgen wird.

Auch das Verhalten gegen Aetzkali erscheint verständlich: Greift das Aetzmittel in der Richtung der Fasercanäle an, so ändert das nicht viel an dem Verhalten, da diese Richtung auch beim normalen Pyrit eine Richtung geringsten Widerstandes darstellt. Daher werden sich auf der natürlichen Oberfläche und auf jenem Theil der Schlifffläche, auf welchem die Faserrichtung senkrecht steht, die Fasern rasch verkürzen und am Ende durch Flächen grössten Lösungswiderstandes (Oktaëderflächen) zugespitzt werden. Wenn die Fasern in der Ebene liegen, welche der Aetzung ausgesetzt ist, werden sie sich wiederum geltend machen und, wenn in der Zone der Faserung mögliche Aetzflächen liegen, diesen zur vorwiegenden Ausbildung verhelfen. Daher die Aetzflächen parallel $\pi(210)$ in den Sectoren des Würfelschliffes.

In den nach $\pi(210)$ gewachsenen Feldern geht keine bei alkalischer Aetzung mögliche Aetzfläche der Faserung parallel, daher verhalten sich diese sowie das Mittelfeld und geben Oktaëderschimmer.

Digitized by Google

Auch das Auftreten der Dodekaëderfläche als untergeordnete Aetzfläche können wir uns nunmehr zurecht legen. Durch die eigenthümliche Fasertektonik wird für jeden Antheil des Pyritkrystalls eine bestimmte Zone gewissermassen zur „tektonischen Aetzzone" gestempelt. In dieser werden nun immerhin die Dodekaëderflächen als Flächen mit einfachsten Indices Aussicht haben, sich als Aetzflächen zu erhalten, wenn gleich zu Folge des Molecularbaues allein ohne Beihilfe der Tektonik ihr relativer Lösungswiderstand hiezu zu klein ist.

Die hier durchgeführte Annahme hat ferner den grossen Vortheil, dass sie die „anomalen" Pyrite als Endglied einer Reihenentwicklung auffassen lässt, deren Anfänge schon bei den normalen Pyriten erkennbar sind. Auch zur Erklärung der Anomalien der Pyrite von Traversella waren wir zur Annahme von feinen Canälen genöthigt, welche senkrecht zur wachsenden Oberfläche orientirt sind. Der einzige Unterschied würde in ihrer grossen Zahl und dicht gedrängten Stellung liegen. Unsere anomalen Pyrite von Přibram würden also nur das Endglied einer Reihe sein, welche mit jenen ungemein compacten Pyriten beginnt, welche in krystallinischen Schiefern eingewachsen auftreten, welche sich durch Seltenheit und Kleinheit tieferer Aetzfiguren auszeichnen. Das nächste Glied stellen jene Krystalle (meist Pentagon-Dodekaëder) von Traversella und Elba dar, bei welchen eine ungemein dichte Stellung der grösseren Aetzfiguren in der Mitte jeder Fläche wahrgenommen wird. Ein ferneres Glied wäre der Pyrit vom Giftberg bei Hořowitz, bei welchem unter der Mitte der Flächen eine ausgesprochene Fasertektonik erscheint, während normale Pyritsubstanz auf ein unbedeutendes Skelet zusammenschrumpft. Beim Pyrit von Přibram verschwindet diese ganz, die mit verschieden orientirter Faserung ausgestatteten Sectoren stossen unmittelbar aneinander.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass sich keine der beobachteten Anomalien im Sinne einer tetartoëdrischen Structur des Pyrit deuten lässt, deren Möglichkeit mit Rücksicht auf die thermoelektrischen Eigenschaften mancher Pyrite und auf das Vorkommen tetraëdrischer Combinationen bei einem verwandten Mineral (Ullmannit)[1]) im Auge behalten würde.

---

[1]) Březina, diese Mitth. 1872, pag. 23.

Digitized by Google

IV. Beziehungen zwischen den Aetzflächen und der Krystallstructur.

Es ist nicht meine Absicht, eine Theorie der in dem Titel angedeuteten Beziehungen zu geben. Zu einem solchen Unternehmen scheint mir das vorliegende Beobachtungsmaterial noch zu dürftig. Nur diejenigen Thatsachen sollen hier hervorgehoben werden, in welchen sich ein Zusammenhang zwischen den Aetzflächen und der Molecularstructur verräth, und einige vergleichende Betrachtungen angefügt werden, welche infolge der auffallenden Aehnlichkeit mancher Erscheinungen mit den an anderen Krystallen beobachteten sich gewissermassen von selbst aufdrängen.

Als möglichst objective Grundlage für die hier darzulegenden Betrachtungen soll die Fig. 45, Taf. IV, dienen, welche eine gnomonische Projection der an 25 Pyritkrystallen verschiedener Fundorte beobachteten und goniometrisch bestimmten Aetzflächen auf die Würfelfläche 001 darstellt.

Durch die Beschränkung auf die durch Goniometermessung fixirten Aetzflächen wird allerdings eine gewisse Unvollständigkeit bedingt. So enthält die Projection eine einzige von den auf der Oktaëderfläche durch Säure hervorgerufenen Aetzflächen, da dieselben in einem einzigen Fall messbar gefunden wurden. Durch Schimmermessungen liesse sich da das Material leicht vervollständigen.

Aehnliches gilt von den durch Alkalien auf $\pi(102)$ hervorgerufenen Aetzflächen, welche in unmittelbarer Nähe dieser Fläche liegen. Auch die an den „anomalen Pyriten“ beobachteten Flächen wurden ausgeschlossen, da diese offenbar vielfach von der Tektonik abhängen und so die Beziehung zur Molecularstructur verdunkeln konnten. Uebrigens würde die Eintragung der Aetzflächen anomaler Pyrite das Bild nicht wesentlich geändert haben, mit Ausnahme der schon gewürdigten Gruppe von Aetzflächen, welche sich an 101 anschliessen.

Es ist nur der zwischen den Flächen 001 . 111 . 101 liegende Krystallraum projicirt, da die Verhältnisse sich in den anderen einfach wiederholen.

Die neben den Projectionspunkten stehenden Ziffern verweisen auf die folgende Tabelle, in der die in den vorhergehenden Capiteln durch Messung abgeleiteten Zeichen der Aetzflächen nebst Angaben über Aetzmittel, Aetzdauer, über die Fläche, durch deren Aetzung die betreffende Aetzfläche erhalten wurde, zusammengestellt sind.

Digitized by Google

Der Fundort der Krystalle ist durch eine römische Ziffer bezeichnet, welche sich auf die Zusammenstellung der untersuchten Pyritvorkommen auf pag. 240 bezieht.

Die Zeichen der Aetzflächen sind in der auf pag. 247 angegebenen Weise geschrieben, bestehen aus zwei Zahlen *(h k)* zu denen die dritte $l = 1000$ zu ergänzen ist. Es wurde grundsätzlich vermieden, an den Zahlen, wie sie die Berechnung ergab, etwas zu Gunsten rationaler Verhältnisse abzurunden. Diese Zeichen erlauben eine leichte Uebertragung in die gnomonische Projection, indem die erste Zahl auf der Linie 001 . 101 als Abscisse, die zweite auf der Linie 001 . 011 als Ordinate aufgetragen wird.

Bei der Eintragung wurden jene Aetzflächen eingezeichnet, welche auf den Flächen 001, 102, 111, 101 entstehen. Da aber auf diesen Flächen auch steiler gestellte Aetzflächen auftreten, welche ausserhalb des projicirten Krystallraumes fallen, wurden diese Projectionspunkte in den ersten Krystallraum übertragen und durch einen angesetzten Pfeil jene Fläche angedeutet, welche geätzt werden müsste um eine Aetzfläche der projicirten Lage zu erhalten. So zeigt Nr. 25, 33, 34 einen Pfeil nach rechts oben, also sind sie durch Aetzung der Fläche 021 entstanden; 29, 30 weisen auf 210, 11, 13 auf 100 hin u. s. w.

Nummer Fig. 45	Indices	Aetzmittel	Aetzdauer	Geätzte Fläche	Fundort	Nr.
1	394 . 0	$HNO_3 + aq$	5 Minuten	001	VII	173
2	380 . 0	„	5 „	001	I	201
3	423 . 0	$HNO_3 + HCl$	1 „	001	I	180 *a*
4	470 . 263	„	1 „	001	I	180 *a*
5	498 . 0	„	1 „	001	VIII	235
6	189 . 0	„	1 „	001	VIII	235
7	463 . 210	„	1 „	001	VIII	235
8	218 . 0	„	3 „	001	I	185
9	434 . 0	„	3 „	001	I	185
10	579 . 0	„	3 „	001	I	185
11	614 . 0	„	3 „	100	I	185
12	511 . 342	„	3 „	001	I	185
13	558 . 257	„	3 „	100	I	185
14	459 . 0	rauch. HNO_3	3 „	001	I	301
15	553 . 0	$HNO_3 + HCl$	1 „	102	II	210
16	427 . 0	„	1 „	102	II	210
17	321 . 0	„	1 „	102	II	210
18	500 . 180	„	1 „	102	II	210
19	17 . 0	„	2 „	$\bar{1}02$	II	233

Digitized by Google

Nummer Fig. 45	Indices	Aetzmittel	Aetzdauer	Geätzte Fläche	Fundort	Nr.
20	268 . 0	$HNO_3 + HCl$	2 Minuten	$\bar{1}02$	II	233
21	483 . 0	„	2 „	$\bar{1}02$	II	233
22	559 . 0	„	2 „	102	II	233
23	482 . 224	„	2 „	102	II	233
24	465 . 123	„	2 „	210	II	233
25	343 . 111	„	2 „	021	II	233
26	597 . 0	„	2 „	$\bar{1}02$	I	302
27	546 . 0	„	2 „	102	I	302
28	610 . 0	„	2 „	102	I	302
29	603 . 185	„	2 „	210	I	302
30	468 . 366	„	2 „	210	I	302
31	602 . 271	„	2 „	021	I	302
32	455 . 244	„	2 „	021	I	302
33	390 . 64	„	2 „	021	I	302
34	418 . $\overline{73}$	„	2 „	021	I	302
35	483 . 0	rauch. HNO_3	20 Secunden	$\bar{1}02$	VI	240
36	647 . 333	„	20 „	102	VI	240
37	677 . 355	„	20 „	102	I	303
38	572 . 144	„	20 „	102	II	220
39	393 . 0	Verd. HNO_3	2 Minuten	102	II	236
40	438 . 0	„	2 „	$\bar{1}02$	II	236
41	540 . 62	„	2 „	102	II	236
42	570 . 140	$HNO_3 + HCl$	1 „	111	I	203
43	970 . 589	$Na\,OH$	45 „	111	I	232
44	977 . 697	KOH	10 „	111	I	180 *b*
45	974 . 658	„	10 „	111	I	180 *b*
46	978 . 742	„	15 „	111	I	186
47	980 . 776	„	35 „	111	VI	247
48	953 . 653	„	35 „	111	VI	247
49	940 . 973	„	35 „	111	VI	247
50	562 . 462	„	5 „	102	II	216
51	925 . 948	„	35 „	102	II	247
52	959 . 659	„	35 „	102	II	247
53	449 . 0	$Na\,OH$	45 „	102	II	218
54	964 . 483	„	45 „	102	II	218
55	899 . 928	KOH	10 „	001	I	180 *b*
56	530 . 0	„	20 „	001	I	180 *b*
57	900 . 950	„	20 „	001	I	180 *b*
58	516 . 516	„	20 „	001	I	180 *b*
59	553 . 0	„	60 „	001	I	204
60	562 . 0	„	60 „	100	I	204
61	875 . 887	„	60 „	101	VIII	248
62	528 . 123	„	60 „	101	VIII	248

Digitized by Google

Die durch Säuren hervorgebrachten Aetzflächen sind durch Ringeln, die durch Alkalien hervorgebrachten durch volle Punkte bezeichnet.

Aus der Projectionsfigur lassen sich nun folgende Beziehungen entnehmen:

1. Säure-Aetzflächen.

Die Projectionspunkte eines grossen Theiles der durch Säuren hervorgebrachten Aetzflächen liegen gedrängt in der Zone [001 . 102]. Abweichungen von dieser Zone zeigen sich nur bei jenen Aetzflächen, welche auf ausserhalb dieser Zone liegenden Krystallflächen entstanden waren. Jenseits der Fläche 102 liegen nur wenige Projectionspunkte. Wenn Flächen dieser Lage auf 001 oder 102 entstehen, haben sie stets den Charakter „falscher Aetzflächen".

Ausserhalb dieser Aetzzone treten noch andere Aetzflächen auf; diese scharen sich hauptsächlich um die Zonen [102 . 010] und [102 . 111] als die beiden einfachsten Zonen dieses Krystallraumes, und entfernen sich niemals sehr weit von 102. Die Zone [102 . 010] wird hauptsächlich von Salpetersalzsäure, [102 . 111] von rauchender Salpetersäure bevorzugt. Man kann aber diesen Zonen den Charakter von Aetzzonen in dem Sinne wie er für die Zone [102 . 001] und in früheren Arbeiten für andere Minerale gebraucht worden, nicht zuerkennen.

Während die Aetzflächen der Aetzzone diese mit Genauigkeit einhalten, wie auch aus den Aetzfiguren auf 001 und 102 zu ersehen ist, sieht man bei den in Rede stehenden Zonen ein gewisses Schwanken; die Zone wird nur mit einer gewissen Annäherung eingehalten, in ähnlicher Weise wie die Flächen der Aetzzone Positionen von einfachen Indices bevorzugen. Und dies geschieht in Fällen, wo äusserliche mechanische Gründe für diese Abweichung (wie Schleppung) durchaus nicht geltend gemacht werden können.

Es ergibt sich hieraus, dass die Definition der Aetzerscheinungen durch Aetzzonen, welche bei Zinkblende, Bleiglanz und Magnetit vollkommen ausreichte, beim Pyrit nicht genügt. Es scheint zweckmässiger zu sagen:

Beim Pyrit sind die primären Aetzflächen für Säureätzung die Pyritoëderflächen. Die Zone [102 . 001] hat den Charakter einer Aetzzone. Ausserdem liegen secundäre Aetzflächen in den einfachsten durch π (102) gelegten Zonen [102 . 010] und [102 . 111].

Digitized by Google

2. Alkali-Aetzflächen.

Bei der Aetzung mit Alkalien tritt gar keine Zone als Aetzzone hervor. Die Aetzflächen liegen fast alle in dem Krystallraum 102 . 112 . 111 . 101 und gruppiren sich einerseits um 111, andererseits um 102.

Man sollte danach erwarten, dass auf 111 die Zone [111 . 1$\bar{1}$1] oder [111 . 102] als Aetzzone hervorträte. Allein dies ist nicht der Fall. Die secundären Aetzflächen liegen vielmehr mit einer kleinen in ziemlich engen Grenzen schwankenden Abweichung neben der Zone [111 . 1$\bar{1}$1]. Eine andere Gruppe von Aetzflächen ist jene, welche in den Lichtfiguren mit w bezeichnet wurde und sich dadurch auszeichnet, dass sie im negativen Krystallraum allerdings ganz nahe an der Grenze liegt. Sie verhält sich ähnlich wie die mit η bezeichneten Nebenätzflächen der Zinkblende.

In der Nähe von 102 finden wir Flächen, welche in der Zone [102 . 001], aber nahe bei 102 gegen 101 liegen. Die einzige Ausnahme betrifft eine „falsche Aetzfläche". Dadurch wird gewissermassen eine Fortsetzung der Säureätzzone über 102 hinaus angedeutet. Nebstdem liegen Aetzflächen noch mit Annäherung in der Zone [102 . 010] aber mit constanter Abweichung nach abwärts im Gegensatz zu den Säureätzflächen. Durch Schimmerbeobachtungen sind ausserdem noch die Zonen [102 . 111], [102 . 323] und [102 . 212] als solche angedeutet, in welchen nahe bei 102 Aetzflächen liegen. In der Projection konnten dieselben wegen mangelnder Goniometermessung nicht eingetragen werden. Danach lässt sich sagen:

Beim Pyrit sind für alkalische Aetzung die Flächen (111) primäre Aetzflächen, ferner etwas untergeordnet π(102). Secundäre Aetzflächen nähern sich den einfachsten durch diese Flächen gelegten Zonen.

Vergleicht man die Lage der durch verschiedene Aetzmittel hervorgebrachten Aetzflächen, so findet man einen auffallenden Gegensatz zwischen den Aetzflächen, welche durch Säuren und jenen, welche durch Alkalien hervorgebracht werden. Die Aetzzone [102 . 001] ist ausschliessliches Gebiet der ersteren, die Umgebung von (111) ausschliessliches Gebiet der letzteren. Eine Berührung findet insoferne statt, als π(102) bei beiden Aetzmitteln eine Rolle spielt. Die Gegensätze sind am schärfsten ausgesprochen zwischen

Digitized by Google

Alkalien einerseits und Salpetersäure andererseits. Rauchende Salpetersäure nimmt eine vermittelnde Stellung ein.

Die zuletzt angeführten Gegensätze weisen wohl wieder auf eine räumlich bestimmte Lagerung der Elementenatome innerhalb der Krystallmolekel hin, und zwar müsste man nach den in einer früheren Arbeit [1]) entwickelten Ideen annehmen, dass die Eisenatome vorzüglich von Seite der Oktaëderflächen, die Schwefelatome von Seite der Würfelflächen zugänglich seien. Diese Annahme würde den Gegensatz in dem Verhalten der Würfelfläche und Oktaëderfläche gegen die verschiedenen Aetzmittel erklären. In der angeführten Mittelstellung der rauchenden Salpetersäure würde der Umstand zum Ausdruck kommen, dass diese Säure sowohl Eisen als Schwefel kräftig oxydirt, während Salpetersalzsäure zum Eisen, Alkalien zum Schwefel grössere Verwandtschaft besitzen.

Mit dieser Annahme ist aber nur der kleinste Theil der Erscheinungen erklärt. Viele Thatsachen bleiben noch unerklärt, namentlich alle jene, welche mit der pyritoëdrischen Hemiëdrie in Zusammenhang stehen. Diese Thatsachen, welche daher gerade für den Zusammenhang mit der Molecularstructur die grösste Wichtigkeit haben, sind folgende:

1. Sämmtliche Aetzflächen liegen in positiven Krystallräumen oder doch diesen sehr nahe.

2. Sowohl bei Säure- als bei Alkaliätzung spielt die Fläche π (102) eine wichtige Rolle.

3. Zwischen π(102) und (001) liegt eine ausgesprochene Aetzzone, während solche dem Krystallraum 102 . 112 . 111 . 101 fehlen.

Diese Thatsachen können nur mit der pyritoëdrischen Hemiëdrie zugleich erklärt werden. Aus der Bravais-Frankenheim'schen Theorie sind sie eben so wenig ableitbar, als die Hemiëdrie selbst. Die Ursache dieser Erscheinungen müsste also innerhalb der Bravais'schen Krystallmolekel gesucht werden, in dem Aufbau derselben aus kleineren Theilchen. Hierüber scheint gegenwärtig noch eine gewisse Zurückhaltung geboten. Jedenfalls ist das Vergleichen verschiedener Krystalltypen der Weg, auf welchem wir den Fortschritt zu suchen haben. In dieser Beziehung lassen sich folgende Punkte schon jetzt hervorheben:

---

[1]) Aetzversuche an Mineralen der Magnetitgruppe. Diese Mitth. VII, pag. 246.

Digitized by Google

1. Der Bau der Würfelfläche des Pyrit lässt sich sehr gut vergleichen mit dem der Zinkblende; nur hat man die eine Fläche gegen die andere um 45° zu verwenden. Den gleichen Bau scheint auch die Dodekaëderfläche des Magnetit zu haben. Die Dodekaëderfläche des Bleiglanz verhält sich zwar bei Aetzung mit Säuren ähnlich, allein sie liegt auch bei Aetzung mit Alkali in einer Aetzzone, welche sich in der Dodekaëderfläche mit der Säureätzzone rechtwinklig kreuzt, was bei den ersteren nicht der Fall ist.

2. Die Dodekaëderfläche (101) des Pyrit zeigt ebenfalls einige Aehnlichkeit mit der gleichen Fläche der Zinkblende. Wiederum sind die gleichwerthigen Richtungen verschieden orientirt. Bei der Aetzung mit Alkalien zeigen sich jedoch Verschiedenheiten.

3. Bezüglich der Oktaëderfläche ist Folgendes zu bemerken: An den bisher untersuchten tesseralen Mineralen kann man dreigliedrige und sechsgliedrige Oktaëderflächen unterscheiden. Erstere liegen im Kreuzungspunkte von drei gleichen Aetzzonen, letztere im Kreuzungspunkte von sechs Aetzzonen, die zu dreien gleich sind, aber abwechselnd ungleich und welche durch verschiedene Aetzmittel hervorgerufen werden.

Zu den sechsgliedrigen gehören: $\varkappa$ (111) der Zinkblende, (111) von Magnetit und Linnéit; zu den dreigliedrigen $\varkappa$ ($1\bar{1}1$) der Zinkblende und (111) des Bleiglanz. An die letzteren schliesst sich (111) des Pyrit an, indem es Hauptätzfläche für eine Art von Aetzung ist, für die andere Art sich wie eine ausserhalb der Aetzzone liegende Fläche verhält. Allein sie unterscheidet sich dadurch, dass von ihr keine Aetzzonen ausgehen.

4. Gänzlich abweichende Verhältnisse bietet die Pyritoëderfläche dar. Besonders eigenthümlich ist ihr Verhalten bei alkalischer Aetzung. Während sie der Würfelfläche gegenüber die Rolle einer Aetzfläche spielt, erhält sie selbst Aetzhügel, gebildet von Oktaëderflächen. Bei der Aetzung der Oktaëderfläche selbst kommt sie wenigstens bei normalen Pyriten nicht zum Vorschein.

Ueber das Verhalten der Aetzflächen zum Parametergesetz ist schliesslich nur zu bemerken, dass die Erfahrungen am Pyrit die früher gemachten Beobachtungen bestätigen. Namentlich in der Aetzzone ist die Anhäufung der Aetzflächen in bestimmten Gruppen deutlich. Für mehrere dieser Gruppen lässt sich die Annäherung an Flächen mit relativ einfachen Indices darthun.

Digitized by Google

So kommen die Projectionspunkte

1, 2, 39	der Lage	von	205
3, 9, 16, 40	„ „	„	307
5, 21, 26, 35	„ „	„	102
15, 22, 27, 59, 60	„ „	„	509

nahe, welche die einfachsten auf dieser Strecke möglichen Axenschnitte darstellen.

Auch unter den ausserhalb der Aetzzone liegenden Aetzflächen beobachtet man ähnliche Gruppen:

4, 7, 23, 32	liegen	nahe	bei	214
36, 37	„	„	„	213
45, 48, 52	„	„	„	323.

Unter denselben Gesichtspunkt fällt auch eine eigenthümliche und lehrreiche Erscheinung, welche bei alkalischer Aetzung der Pyritoëderfläche beobachtet wird.

Bei fortschreitender Aetzung ändert sich nämlich das Azimut der vorherrschenden Aetzflächen, dabei ist aber immer eine Bevorzugung der einfachsten, durch π (102) gelegten Zonen zu erkennen. Besonders deutlich ist das an den Schimmermessungen zu erkennen. Zuerst liegen die Aetzflächen nahezu in dem Azimut der Zone [102 . 010]; dann in den Zonen [102 . 111] und [102 . 323], endlich in den Zonen [102 . 111] und [102 . 212]. Die bezüglichen Messungen zeigt folgende kleine Tabelle:

Fundort	Nr.	Aetzmittel	Aetzdauer	Schimmerwinkel gemessen	Schimmerwinkel gerechnet	
II	216	*KOH*	5 Min.	174°	180°	[102 . 010]
II	217	„	10 „	132°	131° 49′	[102 . 111]
				112°	112° 18′	[102 . 323]
II	218	*NaOH*	45 „	133·3°	131° 49′	[102 . 111]
				93·6°	96° 22′	[102 . 212]

V. Die Aetzflächen sind Flächen grössten Lösungswiderstandes.

Nach den von mir in früheren Arbeiten ausgeführten Vorstellungen verrathen sich in den primären Aetzflächen die Flächen grössten Lösungswiderstandes. Ich suchte auch beim Pyrit diese

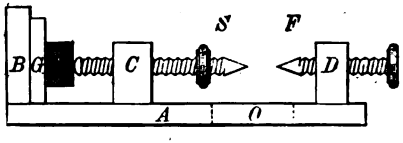
Digitized by Google

Anschauung experimentell zu prüfen, indem die Dickenabnahme bei der Aetzung an mehreren parallelen Flächenpaaren desselben Krystalles gemessen wurde.

Da die Löslichkeit des Pyrit in schmelzenden Alkalien eine geringe ist und überhaupt bei dieser Aetzung wegen der nothwendigen Anwendung kleiner Gefässe gleichartige Verhältnisse an verschiedenen Stellen des Krystalls schwer herstellbar waren, beschränkte ich mich vorläufig auf Salpetersalzsäure.

Da nach den Auseinandersetzungen des III. Abschnittes für Säuren die Flächen $\pi(102)$ primäre Aetzflächen, das Zonenstück $[102 . 001 . \bar{1}02]$ Aetzzone ist, durfte ich erwarten, dass die Dickenabnahme auf (001), $\pi(102)$ eine geringere sein werde, als auf den Flächen (101), $\pi(201)$, (111).

Zur Dickenmessung konnte ich Dank der Zuvorkommenheit meines geehrten Collegen, Professor Tangl, ein dem botanischen Universitäts-Institut gehöriges Schraubenmikrometer von Zeiss verwenden. Dasselbe besitzt eine Schraubenspindel deren Umgang = 0·2 Millimeter. Die Trommel ist in 100 Theile getheilt, Zehntel derselben konnten noch geschätzt werden.



Um die Messung der Krystalldicke unter dem Mikroskop auszuführen, wurde mit demselben ein zweiter Apparat verbunden, welchen Fig. *c* in halber Grösse zeigt.

Auf einer bei *o* durchbrochenen Metallplatte *A* ist ein Widerlager *B* senkrecht aufgenietet, auf welches eine Spiegelglasplatte *G* aufgekittet ist. Ausserdem trägt *A* noch zwei kurze Säulen *C*, *D*, in welche die Muttern für zwei gleichmässig gearbeitete Schrauben *S* und *F* eingeschnitten sind. Schraube *S* (Stellschraube) ist am linken Ende abgerundet, am rechten Ende trägt sie einen gerändelten Knopf und läuft in eine feine Spitze aus. Die andere Schraube *F* (Fixschraube) hat am linken Ende ebenfalls eine feine Spitze, am anderen Ende einen Knopf. Sie behält während einer ganzen Versuchsreihe unverändert dieselbe Stellung. Herr Professor Handl hatte die Güte, den beschriebenen Apparat im physikalischen Universitäts-Institut ausführen zu lassen, wofür ich an dieser Stelle meinen lebhaften Dank ausspreche.

Digitized by Google

Um mit diesem Apparat die Dickenabnahme eines Krystalles zu messen, wurde derselbe zwischen *G* und das abgerundete Ende von *S* gebracht; um zu vermeiden, dass sich dieses in die Oberfläche des Krystalles einbohre, wurde derselbe noch mit einem planparallelen Glasplättchen gedeckt. Die Schraube *S* wurde bis zur leichten Klemmung des Krystalls angezogen.

Dann wurde mittelst des Schraubenmikrometers die Entfernung der beiden Spitzen *F* und *S* unter dem Mikroskop gemessen. Wenn dieselbe Messung nach der Aetzung wiederholt wird, so wird diese Entfernung grösser gefunden; die Differenz entspricht der Dicke der gelösten Schichte.

Bei der Messung unter dem Mikroskop ist auf folgende Momente Rücksicht zu nehmen. Eine richtige Ermittelung der absoluten Länge zwischen den beiden Spitzen vor und nach der Aetzung, also auch der absoluten Dicke der gelösten Schichten, würde erfordern, dass die Verbindungslinie beider Spitzen genau durch die Axe der Schraube *S* und gleichzeitig genau parallel der Schraubenaxe des Schraubenmikrometers gehe. Dies war jedoch nur annähernd der Fall. Da indessen die absoluten Werthe nicht gesucht wurden, sondern blos das Verhältnis der Dicken gleichzeitig gelöster Schichten auf verschiedenen Krystallflächen, so genügt es dafür zu sorgen, dass der Fehler bei allen Messungen möglichst der gleiche sei, was offenbar dann der Fall war, wenn die Mikrometeraxe und die Axe der Schraube *S* bei allen Messungen denselben kleinen Winkel einschlossen. Da die rechteckige Grundplatte mit ihren Kanten genau auf den verschiebbaren Schlitten des Mikrometers passte, konnte dieser Bedingung mit genügender Genauigkeit entsprochen werden.

Dagegen war ein anderer Fehler des Apparates schwieriger zu eliminiren. Die Spitze von *S* lag nämlich nicht genau in der Axe der Bewegung von *S*; wurde *S* gedreht, so beschrieb die Spitze von *S* kleine Excursionen, durch welche sie bald vor bald hinter der Spitze *F* erschien. Dieser Fehler ist dann von Einfluss, wenn der Ocularfaden im Mikroskop, auf welchen beide Spitzen eingestellt wurden, einen schiefen Winkel mit der Axe des Schraubenmikrometers bildet (vergl. Fig. *d*).

Beträgt die seitliche Entfernung der Spitze *S* von der durch *F* gelegten Bewegungsrichtung der Mikrometerschraube *d*, der Winkel,

Digitized by Google

den der Ocularfaden mit dieser Richtung bildet α, so ist der Fehler δ, um den zu viel oder zu wenig gemessen wird:

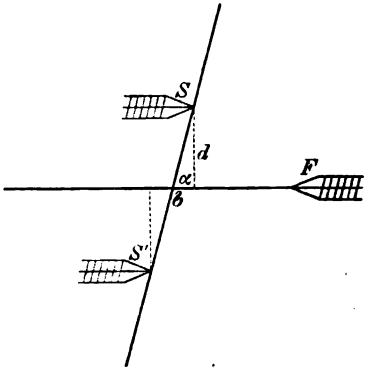
$$\delta = d. \cot \alpha$$

δ wird $= 0$ wenn $\alpha = 90^0$. Diese für den Ocularfaden erforderliche Stellung wurde dadurch erzielt, dass das Ocular mit einem Oculargoniometer versehen wurde. Der Ocularfaden wurde zuerst der Bewegung des Mikrometers parallel gestellt, die Stellung des Theilkreises abgelesen und dann das Ocular um 90^0 gedreht.

Da d im Maximum 0·1 Millimeter war und die Einstellung auf $^1/_4{}^0$ genau erfolgen konnte, ist der noch mögliche Fehler

$$\delta = 0{\cdot}1 \cot 89^0\, 45' = 0{\cdot}000{,}004 \text{ Millimeter}$$

also jedenfalls als eliminirt zu betrachten.



Bei dem benützten Apparat war nun noch eine mögliche Fehlerquelle darin, dass wegen der nicht genau centrischen Lage der Spitze von S diese bald über bald unter dem Horizonte von F lag und eine etwas verschiedene Einstellung des Mikroskopes erforderte, je nachdem S oder F scharf sichtbar sein sollte. Wenn die Axe des Mikroskopes nicht genau senkrecht gegen die Mikrometeraxe lag, konnte hiedurch ein ähnlicher Fehler entstehen wie früher. Dieser Fehler wurde dadurch eliminirt, dass der ganze Apparat um 180^0 in der Horizontalebene gedreht und die Messung wiederholt wurde. Aus beiden Messungen wurde das Mittel genommen. Uebrigens zeigten die so gewonnenen Resultate so geringe Unterschiede, dass die Neigung der Mikroskopaxe von 90^0 jedenfalls sehr wenig verschieden war.

Die Messungen wurden mit einem Zeiss'schen Mikroskop bei 100facher Vergrösserung vorgenommen. Das Ocular enthielt statt eines Fadenkreuzes sieben in passenden Abständen verlaufende parallele Linien, welche vor dem Beginn einer jeden Messungsreihe mittelst des Oculargoniometers senkrecht zur Axe des Schraubenmikrometers eingestellt wurden.

Digitized by Google

Unter Berücksichtigung der oben entwickelten Momente ergibt sich folgendes Verfahren für die Messung.

Der Hilfsapparat wurde von dem Mikrometer abgenommen, mit dem Fortsatz *B* horizontal gestellt, der Krystall bedeckt mit dem Glasplättchen auf die Spiegelglasplatte gebracht und die Stellschraube *S* bis zur leichten Klemmung des Krystalls herabbewegt. Dann wurde der Hilfsapparat mit parallelen Kanten auf den beweglichen Schlitten des Schraubenmikrometers gebracht. Durch Bewegen der Schraube in derselben Richtung wurden nacheinander zuerst die Spitze *S* auf alle sieben parallelen Linien im Ocular eingestellt und die betreffenden Stellungen der Mikrometerschraube notirt, dann die Spitze *F* auf dieselben Linien eingestellt und wiederum die Stellungen der Schraube abgelesen. Die Differenzen je zweier auf dieselbe Linie im Ocular bezüglichen Ablesungen gaben sieben Werthe für die Entfernung der Spitzen, deren Mittel genommen wurde. Die ganze Messung wurde nach neuerlicher Einstellung der Stellschraube *S* mehrmals (6—10mal) wiederholt.

Nachdem sämmtliche Flächenpaare des Krystalls in der beschriebenen Weise gemessen waren, wurde das Schraubenmikrometer herabgenommen, in der um 180° gedrehten Lage befestigt, die Stellung des Ocularfadens wenn nöthig corrigirt und nun die Messungsreihe wiederholt. Aus den in beiden Reihen erhaltenen Werthen wurde das Mittel genommen. In derselben Weise wurde verfahren, nachdem der Krystall geätzt worden. Die Differenz der Resultate am ungeätzten und geätzten Krystall gab die gesuchte Dickenabnahme auf jedem Flächenpaare.

Aus den Abweichungen vom Mittel wurde der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Messungen und des schliesslichen Resultates berechnet.

Herstellung der Präparate.

Nach mehreren zum Theil missglückten Vorversuchen, welche namentlich daran scheiterten, dass die angewandten Pyrite nicht einschlussfrei sich erwiesen, wurden die entscheidenden Messungen an zwei Krystallen von Traversella durchgeführt. Die Flächenpaare wurden mit möglichster Sorgfalt in der verlangten Richtung angeschliffen und polirt. Die richtige Lage der angeschliffenen Flächen wurde durch Messung controlirt. Die Abweichung von der theoretischen Lage war in der Regel kleiner als 20′ ausnahmsweise erreichte sie den Betrag von 1°.

Digitized by Google

Noch genauer wurde der Parallelismus zweier zu einem Flächenpaare gehöriger Flächen angestrebt, da eine geringe Abweichung von der parallelen Lage bereits merkliche Fehler veranlassen konnte. Im Allgemeinen war dieser Fehler meist unter 10′, im Maximum betrug er 15′. In diesem ungünstigsten Falle gibt ein solches Flächenpaar an zwei um 1 Millimeter entfernten Stellen gemessen, schon einen Unterschied in der Dicke von 0·066 Millimeter. Ich suchte diesen Fehler dadurch unschädlich zu machen, dass der Krystall vor und nach der Aetzung möglichst genau in derselben Stellung eingeklemmt wurde, so dass sich die beiden Messungen auf Stellen der Platte bezogen, welche sicher nie mehr als höchstens $^1/_4$ Millimeter von einander entfernt waren. Ausserdem wurde jede Messung mehrmals wiederholt, und das Mittel genommen.

An dem ersten Krystalle waren Flächenpaare angeschliffen worden in folgenden Richtungen:

h_1	100	und	$\bar{1}00$
h_2	001	„	$00\bar{1}$
d	$1\bar{1}0$	„	$\bar{1}10$
$+p$	210	„	$\bar{2}\bar{1}0$
o	$1\bar{1}\bar{1}$	„	$\bar{1}11$

Am zweiten Krystall wurden folgende Flächenpaare angeschliffen:

h_1	100	und	$\bar{1}00$
h_2	010	„	$0\bar{1}0$
h_3	001	„	$00\bar{1}$
d	110	„	$\bar{1}\bar{1}0$
$+p$	102	„	$10\bar{2}$
$-p$	012	„	$0\bar{1}\bar{2}$
o	$1\bar{1}1$	„	$\bar{1}1\bar{1}$

Die Aetzung wurde an beiden Krystallen in gleicher Weise durchgeführt Ein Gemenge von 20 Cubikcentimeter reiner Salpetersäure und von 20 Cubikcentimeter reiner Salzsäure wurde im Becherglase erwärmt und der Krystall in einem Probirröhrchen, dessen Boden breit durchbohrt war, eingeführt und unter beständigen Umschütteln durch vier Minuten der Einwirkung der Säure ausgesetzt.

Um die Art der Messung zu illustriren, mögen einige Beobachtungen an dem Krystall I in extenso mitgetheilt werden.

Digitized by Google

I. Messung der Dicke vor der Aetzung:

Flächenpaar h_1.

A. Mikrometer rechts.

Entfernung der Spitzen *S* und *F* in Theilen der Mikrometertrommel.[1]) Einstellung von

	S	*F*	Differenz
auf den 1. Faden	4346·7	3638·4	708·3
„ „ 2. „	4246·8	3539·1	7·7
„ „ 3. „	4147·0	3439·0	8·0
„ „ 4. „	4047·2	3338·8	8·4
„ „ 5. „	3946·8	3239·0	7·8
„ „ 6. „	3846·2	3138·3	7·9
„ „ 7. „	3746·4	3038·8	7·6
		Mittel:	708·0

Die Messung wurde in derselben Art unter Neueinstellung des Krystalles und der Stellschraube *S* sechsmal wiederholt und ergab folgende Mittelwerthe:

Entfernung der Spitzen *S* und *F*	Δ	Δ²
708·0	— 0·8	0·64
708·9	+ 0·1	0·01
710·5	+ 1·7	2·89
708·3	— 0·5	0·25
709·9	+ 1·1	1·21
706·9	— 1·9	3·61
Mittel: 708·8		$\Sigma\Delta^2 = 8·61$

B. Mikrometer links.

Nach der Umdrehung des Mikrometers gab dasselbe Flächenpaar folgende Zahlen:

Entfernung der Spitzen *S* und *F*	Δ	Δ²
704·4	— 2·1	4·41
707·2	+ 0·3	0·09
707·3	+ 0·4	0·16
706·5	— 0·4	0·16
707·0	+ 0·1	0·01
708·6	+ 1·7	2·89
706·9		$\Sigma\Delta^2 = 7·72$

[1]) Ein Theilstrich = 0·002 Millimeter.

Digitized by Google

Hieraus das Mittel für die Entfernung der Spitzen vor der Aetzung: 707·9.

II. Messung der Dicke nach der Aetzung:

Nach der Aetzung wurden für h_1 folgende Mittelwerthe erhalten:

Mikrometer rechts:	735·4	$\Sigma \Delta^2$ 31·31
„ links:	734·2	$\Sigma \Delta^2$ 15·59
Mittel:	734·8	

Für die Dickenabnahme ergibt sich die Differenz 734·8 — 707·9 = 26·9. Aus den unter $\Sigma \Delta^2$ stehenden Summen der Fehlerquadrate ergibt sich der wahrscheinliche Fehler des Resultates $= \pm 0{\cdot}97$, so dass für das Flächenpaar h_1 folgende Zahl für die Dickenabnahme herauskommt:

$$h_1 = 26{\cdot}9 \pm 0{\cdot}97$$

In gleicher Weise sind auch die übrigen Flächenpaare behandelt worden. Die Zahlen sind folgende:

$$\begin{aligned} h_1 &= 26{\cdot}9 \pm 0{\cdot}97 \\ h_2 &= 26{\cdot}2 \pm 0{\cdot}72 \\ p &= 29{\cdot}2 \pm 0{\cdot}68 \\ d^{1)} &= 49{\cdot}1 \pm 0{\cdot}86 \\ o &= 47{\cdot}1 \pm 1{\cdot}08 \end{aligned}$$

Berechnet man hieraus die relative Dicke der gelösten Schichten indem man das Mittel der für h_1 und h_2 erhaltenen gleich 1 setzt, so erhält man:

$$\begin{aligned} h &= 1 \\ p &= 1{\cdot}10 \\ d &= 1{\cdot}84 \\ o &= 1{\cdot}78 \end{aligned}$$

mit einer Unsicherheit von etwa 5 Einheiten der 2. Decimale.

---

[1]) Es muss bemerkt werden, dass die Zahlen für d und o wahrscheinlich nicht fehlerfrei sind, da die Flächen $\bar{1}10$ und $\bar{1}11$ bei der Aetzung durch entstandene Sprünge gelitten hatten.

Digitized by Google

Der Krystall II lieferte folgende Zahlen[1]):

h_1	$= 26{\cdot}1 \pm 0{\cdot}75$	1
h_2	$= 26{\cdot}5 \pm 0{\cdot}66$	
h_3	$= 28{\cdot}7 \pm 0{\cdot}53$	
$+p$	$= 29{\cdot}2 \pm 0{\cdot}58$	1·08
$-p$	$= 41{\cdot}0 \pm 0{\cdot}52$	1·51
d	$= 42{\cdot}4 \pm 0{\cdot}53$	1·56
o	$= 40{\cdot}2 \pm 0{\cdot}69$	1·48

Zu diesen Zahlen ist Folgendes zu bemerken: Bei Krystall II lieferten 2 Würfelflächen nahe übereinstimmende, die dritte dagegen eine zu grosse Zahl. Es ist dies höchst wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass das Flächenpaar h_3 von kleinen Facetten gebildet wurde, welche circa fünfmal weniger Flächeninhalt besassen als die anderen Würfelflächen.

Wenn daher derartige Messungen mit Anspruch auf grössere Genauigkeit wiederholt werden sollten, so müsste darauf Bedacht genommen werden, dass die zu vergleichenden Flächenpaare möglichst gleichen Flächeninhalt und gleiche Form besitzen. Es würde sich daher empfehlen, in Zukunft nur je drei Flächenpaare in solcher Orientirung anzuschleifen, dass sie einen Würfel ergeben.

Von diesen Differenzen abgesehen, zeigt die Uebereinstimmung der gleich ausgedehnten Würfelflächen bei Krystall I und II, dass die Methode brauchbare Resultate zu liefern im Stande ist. Auch in der Uebereinstimmung der Zahlen für h und $+p$ beim ersten und zweiten Krystall liegt ein Beweis für die Brauchbarkeit dieser Art der Untersuchung. Bei Berücksichtigung der hier gemachten Erfahrungen dürfte es daher gelingen, Zahlen zu erhalten, welche eine eingehendere mathematische Behandlung vertragen.

Es könnte vielleicht gelingen, eine Lösungsfläche aus den Messungen zu berechnen, welche angeben würde, wie weit die Lösung von einem Punkte im Innern des Krystalls ausgehend, nach allen Richtungen in derselben Zeit fortschreitet.

Ich halte jedoch die bis jetzt gewonnenen Zahlen noch nicht für genau genug, um einen solchen Versuch jetzt schon zu wagen.

---

[1]) Der wahrscheinliche Fehler erscheint hier geringer, da jede Messung nicht 6 Mal wie im früheren Falle, sondern 10 Mal wiederholt wurde, bei den Relativzahlen beträgt die Unsicherheit etwa 3 Einheiten der 2. Decimale.

Digitized by Google

Indessen lässt sich mit vollkommener Sicherheit Folgendes entnehmen:

Die Würfelfläche erweist sich als die Fläche grössten Lösungswiderstandes. Ihr zunächst kommt die Fläche des positiven Pyritoëders. Ein grosser Sprung trennt diese beiden Formen von den übrigen. Das Rhombendodekaëder erscheint unter allen untersuchten Formen als diejenige, welche den geringsten Lösungswiderstand besitzt, doch muss betont werden, dass ebenso, wie der Unterschied zwischen Würfel und + Pyritoëder ein geringer, die Unterschiede zwischen Dodekaëder, — Pyritoëder und Oktaëder vergleichsweise geringfügig sind.

Vergleicht man diese Resultate mit den oben mitgetheilten Untersuchungen über die Aetzflächen, denen zu Folge, bei Aetzung mit Säuren, die + Pyritoëderflächen als primäre Aetzflächen und das Zonenstück zwischen der Würfelfläche und den beiden benachbarten Pyritoëderflächen [π (2$\bar{1}$0) . 100 . π (210)] als Aetzzone charakterisirt wurde, so ergibt sich in schönster Uebereinstimmung mit den Messungsergebnissen am Magnetit, dass die Flächen der Aetzzone den grössten Lösungswiderstand besitzen.

Schlussbemerkungen.

Die Resultate der vorliegenden Untersuchung lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Die Aetzfiguren, welche der Pyrit bei Aetzung mit Säuren und Alkalien annimmt, entsprechen der Symmetrie des tesseralen Krystallsystems mit pyritoëdrischer Hemiëdrie. Die vorkommenden Abweichungen lassen sich durch die Tektonik erklären.

2. Bei der Aetzung mit Säuren sind die Flächen von π (102) primäre Aetzflächen, das Zonenstück [π (102) . 001] verhält sich wie eine Aetzzone. Ausserdem treten Aetzflächen in den einfachsten durch π (102) gelegten Zonen auf.

Dem entsprechend entstehen auf den Flächen von π (102) und (001) Aetzgrübchen, auf (111), (101), π (201) Aetzhügel.

3. Bei der Aetzung mit Alkalien sind die Flächen von (111), untergeordnet die von π (102) primäre Aetzflächen. Aetzzone ist keine vorhanden, secundäre Aetzflächen liegen in den einfachsten, durch (111) und π (102) gelegten Zonen. Dem entsprechend entstehen auf

Digitized by Google

(001) und (101) Aetzhügel, auf (111) Aetzgrübchen, auf π(102) kommen Aetzgrübchen und Hügel nebeneinander vor.

4. Sämmtliche Aetzflächen des Pyrit liegen in positiven Krystallräumen oder doch nahe an der Grenze derselben.

5. Bei der Aetzung mit Säuren bieten die Flächen der Aetzzone π(102) und (001) der Auflösung einen grösseren Widerstand als die ausserhalb derselben liegenden π(201), (101), (111).

Czernowitz, Mineralog. Universitäts-Institut, November 1886.

Erklärung der Tafel II.

Fig. 1. Aetzfiguren auf 001. Traversella. Verdünnte Salpetersäure. 5 Minuten Aetzdauer. Vergr. 500/1.

„ 2. Aetzfiguren auf 001. Traversella. Salpeter-Salzsäure. Aetzdauer 1 Minute. Vergrösserung 750/1. *a b* die häufigste Form, *a* mit seichterem, *b* mit tieferem Centraltheil; *c d e* Verzerrungen durch übermässige Ausdehnung einzelner Flächen entstanden. *f g* seltenere Form, bei welcher blos die beiden nächsten Flächen $\pi(h\,0\,k)$ auftreten. *h* die feinen Rinnen, welche über die ganze Fläche verbreitet die Streifung hervorrufen.

„ 3. Lichtfigur des Präparates, dessen Aetzfiguren in Fig. 2 dargestellt sind. Um die Lage der Aetzflächen besser zu fixiren, sind die Projectionspunkte von π(102), π(214) und π(213) eingezeichnet. Die sämmtlichen Lichtfiguren sind nach denselben Principien und nach demselben Massstab gezeichnet wie in meinen früheren Arbeiten. Vergl. diese Mitth. VI. 275.

„ 4. Aetzfiguren auf 001. Würfel aus Chloritschiefer. Salpeter-Salzsäure. Vergrösserung 400/1. Der Centraltheil klein, canalartig eingesenkt; kahnförmige Rinnen zwischen den grösseren Figuren in grosser Zahl und Schärfe.

„ 5. Lichtfigur auf 001. Traversella. Salpeter-Salzsäure. Aetzdauer 3 Minuten. Die Figur ist in stereometrischer Projection entworfen $r = 30$ Millimeter. Die Durchkreuzungspunkte der eingetragenen Zonenkreise geben die Positionen von π(102) und π(214) an. Um Raum zu sparen ist nur der mittlere Theil des Projectionsbildes gezeichnet.

„ 6. Aetzfiguren auf 001. Traversella. Rauchende Salpetersäure. Aetzdauer 20 Secunden. Vergrösserung 800/1.

„ 7. Lichtfigur auf 001. Traversella. Rauchende Salpetersäure. Aetzdauer 3 Minuten. Die Linien geben die Zonen [001 . π(102)] und [π(102) . 111] an.

„ 8. Aetzfiguren auf π(102). Elba. Salpeter-Salzsäure. Aetzdauer 1 Minute. *e f g* vollkommen ausgebildete, isolirte Aetzfiguren. *a b c d* verschiedene Formen des centralen tiefer eingesenkten Theiles. *h* seichte Grübchen, welche dicht gedrängt den Raum zwischen den grossen Figuren erfüllen. Vergrösserung 420/1.

„ 9. Aetzfiguren auf π(102). Traversella. Aetzung wie bei Fig. 8.

Digitized by Google

Fig. 10. Lichtbild der Flächen π (102) und π ($\bar{1}$02). Elba, zu Fig. 8 gehörig. Es sind zur Orientirung die Projectionspunkte von 102 und 214 eingezeichnet. Die ganze Figur ist auf 001 projicirt und gewendet dargestellt; d h. der untere Theil erscheint eigentlich auf der Fläche $\bar{1}$02, der obere auf 102.

„ 11. Lichtbild der Fläche 102 eingetragen in sphärischer Projection. Auch hier sind die Reflexe nicht so eingezeichnet, wie sie gesehen werden, sondern gewendet, so dass sie der Projection entsprechen. Mit Ringen sind die den Seitenflächen II und III entsprechenden Positionen des Krystalls 233, eingezeichnet. Die geschummerten Reflexe beziehen sich auf Krystall 302. Vergl. Text pag. 262. Mit strichpunktirten Linien sind 3 Schimmerazimute eingetragen, deren zugehörige Reflexe goniometrisch nicht bestimmt werden konnten. Die eingezeichneten Zonenkreise schneiden sich in den Projectionspunkten von π (102) und π (214).

„ 12. Aetzfiguren auf der Fläche π (102). Rauchende Salpetersäure. Aetzdauer 20 Sec. Senkrecht gestreiftes Pyritoëder von Elba. Vergrösserung 800/1.

„ 13. Lichtfigur auf π (102). Horizontal gestreiftes Pyritoëder von Traversella, wie bei Fig. 12. Die Figur ist nicht gewendet gezeichnet, d. h. so wie sie bei richtiger Stellung der Fläche 102 gesehen wird. Die eingezeichneten Linien entsprechen den Zonen 101 . 102 . 001 und 111 . 101 . 1$\bar{1}$1. Gnomonische Projection auf 102.

„ 14. Lichtfigur auf π (102). Senkrecht zur Grundkante gestreiftes Pyritoëder von Elba. Verdünnte Salpetersäure. Aetzdauer 2 Minuten. Zeichnung wie bei Fig. 13.

„ 15. Aetzhügel auf 111. Traversella. Die Combinationskante 111 . 001 ist hier und bei den Figuren 16 u. 17 oben und horizontal zu denken. Vergr. 800/1. Salpeter-Salzsäure. Aetzdauer 1 Min.

„ 16. Aetzgrübchen auf 111. Traversella. Oktaëdrischer Krystall. Oben tiefes Aetzgrübchen von (001) und π (102) gebildet. In der Mitte flache Aetzgrübchen. Momentane Aetzung in concentrirter Salpetersäure. Vergr. 250/1.

„ 17. Aetzgrübchen auf 111. Traversella. Cuboktaëder. Rauchende Salpetersäure. Vergr. 400/1.

„ 18. Aetzhügel auf 101. Traversella. Angeschliffene Fläche. Salpeter, Salzsäure.

„ 19. Aetzhügel auf π (201). Angeschliffene Fläche.

Erklärung der Tafel III.

Fig. 20 *a)* Orientirung der Aetzfiguren auf 111 bei alkalischer Aetzung.

„ 20 *b)* Lichtbild der Fläche 111. Pyrit von Traversella. Aetznatron. Aetzdauer 45 Minuten.

„ 21. Aetzfiguren auf 111. Vom selben Präparat, dessen Lichtbild in Fig. 20 gezeichnet ist. Oben die eigenthümlich abgestumpfte Kante 111 . 001. Vergrösserung 200/1.

„ 22. Lichtfigur auf 111. Pyrit von Elba. Aetzkali. 35 Minuten Aetzdauer. Die Figur ist in doppeltem Massstabe wie die übrigen gezeichnet.

„ 23. Aetzfiguren auf 102. Pyrit von Elba. Aetzkali. 5 Minuten Aetzdauer. Vergrösserung 600/1.

Digitized by Google

Fig. 24. Zugehöriges Lichtbild.

„ 25. Aetzfiguren wie Fig. 23. Aetzdauer 10 Minuten. Unten die mit parasitischen Aetzhügeln bedeckte „falsche" Aetzfläche. Dort wo diese und die steilen Seitenflächen zusammentreffen der Abguss eines in die Tiefe steigenden Canales. Vergrösserung 600/1.

„ 26. Lichtbild von π (102). Pyrit von Elba. Aetzkali. Aetzdauer 35 Minuten. Es ist derselbe Krystall benützt, dessen Oktaëderfläche das Lichtbild Fig. 22 liefert. Man hätte sich dasselbe links oben im Zusammenhang zu denken, derart, dass die mit gleichem Buchstaben bezeichneten Reflexe nahezu zusammenfallen. (Dabei ist indessen zu berücksichtigen, dass Fig. 22 in doppeltem Massstab gezeichnet ist.)

„ 27. Aetzfiguren auf π (102). Pyrit von Elba. Aetznatron. Aetzdauer 45 Minuten. *a)* Aetzhügel die unteren mit Zuschärfung der Mittelkante. *b)* Gruppe von Aetzgrübchen. *c)* sehr flache Aetzgrübchen in nahezu rechtwinkelige Streifung übergehend. Bemerkenswerth ist wieder der Gegensatz der glatten Seitenflächen zu der rauhen mit parasitischen Aetzhügeln bedeckten unteren Fläche („falsche" Aetzfläche). Vergrösserung 600/1.

„ 28. Zugehöriges Lichtbild.

„ 29. Lichtbild der Würfelfläche 001. Pyrit von Traversella. Aetzkali. 20 Min. Aetzdauer. Das Lichtbild ist in sphärischer Projection dargestellt.

„ 30. Specielle Projection des Reflexes w_3 der vorigen Figur. (Vergl. Text pag. 284.)

„ 31. Lichtbild der Würfelfläche 001. Pyrit von Traversella. Aetzkali. Aetzdauer 1 Stunde.

„ 32. Aetzhügel auf der Würfelfläche. Pyrit von Traversella. Aetzkali. Dauer der Einwirkung 10 Minuten. Vergr. 800/1.

„ 33. Aetzhügel auf der Würfelfläche. Pyrit von Traversella. Aetznatron. Dauer 1 Stunde. Combination von Oktaëder und Pyritoëder darstellend. Vergr. 800/1.

„ 34. Aetzhügel (Oktaëder) und Aetzriefen (Pyritoëder) auf einer anderen Stelle derselben Würfelfläche. Vergr. 800/1.

„ 35. Aetzhügel (Combination von Oktaëder und Pyritoëder) auf der Dodekaëderfläche (101). Angeschliffene Fläche an einem Würfel aus Chloritschiefer. Aetzkali. Aetzdauer 1 Stunde. Vergr. 550/1.

Erklärung der Tafel IV.

Fig. 36. Pyrit von Přibram. Abgeschliffene Spaltfläche nach 100. Der untere Theil der Platte ist vertieft und zeigt nur durch Spaltung erhaltene Oberfläche. Aetzung mit Salpeter-Salzsäure.

„ 37. Zugehöriges Lichtbild in stereographischer Projection. Die Reflexe $h_{II}\, p_{II}$ rühren her von den Sectoren *b*, die Reflexe p_I von den Sectoren *a*. Durch kleine Ringeln ist die Position der Flächen von π (210) kenntlich gemacht.

„ 38. Pyrit von Přibram. Angeschliffene Oktaëderfläche ($1\bar{1}1$). Geätzt wie oben.

„ 39. Zugehöriges Lichtbild in sphärischer Projection $h_1\, h_2\, h_3$ deuten den Ort von $0\bar{1}0$, 100, 001 an; dieselben erscheinen um 180° verwendet, da das Lichtbild, wie es dem Auge erscheint, eingetragen ist. Die Punkte in den Zonen $h_1\, h_2$ etc. deuten die Position der Flächen von π (210) an. Die Reflexe $h_I\, p_I$ rühren von Sector I in Fig. 38 her und so die anderen.

Digitized by Google

Fig. 40. Lichtbild einer mit Aetzkali geätzten Würfelschlifffläche wie Fig. 36. Die Reflexe $o_1 - o_4$ liefert das Mittelfeld, welches sich auch über die in Fig. 36 mit *c* und *d* bezeichneten Felder ausdehnt. Die Reflexe p_I d_I liefert Sector I_a, d_{II} liefert II_b.

„ 41. Aetzfiguren auf Sector *I* einer mit Aetzkali geätzten Oktaëderschlifffläche wie Fig. 39. Oben flachere Aetzflächen entsprechend $1\bar{1}0$ und $2\bar{1}0$, unten steilere entsprechend $\bar{1}\bar{1}1$ und 111.

„ 42. Pyrit vom Giftberg bei Hořowitz, Böhmen. Schlifffläche nach 100 geätzt mit Salpeter-Salzsäure. Mittelfeld mit sammtartig matter Beschaffenheit, Sectoren *a* und *b* nach Würfelflächen, *c* und *d* nach Pyritoëderflächen gewachsen. Weisse Bänder zwischen *d* und *c* und um das Mittelfeld herum bezeichnen Stellen, die sich wie normaler Pyrit verhalten.

„ 43. Schlifffläche parallel $1\bar{1}1$ vom selben Vorkommen nach Aetzung mit Alkali. Theilung in 3 Sectoren. Die weiss gelassenen Stellen verhalten sich wie normaler Pyrit. In dem Sector *I* schimmert das Feld *b* mit allen drei benachbarten Oktaëderflächen, das Feld *a* nur mit 111, $\bar{1}\bar{1}1$ und mit $1\bar{1}0$.

„ 44. Pyrit von Traversella Nr. 185. Felder auf der Würfelfläche mit verschieden orientirten Aetzfiguren. Vergl. Text pag. 290.

„ 45. Projection sämmtlicher am Pyrit durch goniometrische Messung constatirter Aetzflächen in dem Krystallraum 001 . 101 . 111.

Berichtigung.

pag. 248, Absatz 3, Zeile 19 von oben lies: vierten Abschnitt statt dritten Abschnitt.

Digitized by Google

X. Ueber Chloritoidschiefer von Grossarl.

Von A. Cathrein.

Ende August dieses Jahres fand ich am Ausgang der Liechtenstein-Klamm im Grossarlthal bei St. Johann im Pongau (Salzburg) ein Geschiebe von auffallendem und ungewöhnlichem Aussehen, indem aus einer gelblichweissen, feinkörnigen Grundmasse zahlreiche, schwärzlichgrüne, halbmetallisch bis harzig glänzende, rundliche Blättchengruppen von circa 1 Millimeter Durchmesser in gleichmässiger Vertheilung hervortraten. So wenig bei dem blätterigen Gefüge an Hornblende zu denken war, so sehr sprach die bedeutendere Härte gegen Chlorit; das fragliche Mineral erinnerte mich vielmehr lebhaft an Chloritoid.

In dieser Ansicht konnte auch die mikroskopische Untersuchung des Gesteindünnschliffes nur bestärken, wo namentlich der kräftige Pleochroismus von gelbgrün zu blaugrün rasch die Unterscheidung von den übrigens sich ähnlich verhaltenden Gliedern der Chloritgruppe ermöglichte. Was nun bei der Betrachtung unter dem Mikroskop vor Allem in die Augen fällt, ist die Verwachsung der Chloritoidlamellen zu Garben und Bündeln, welche sich wiederum durchkreuzen und nach Art eines Doppelfächers oder allseitig von einem Punkte ausstrahlen, so dass förmliche Sphärolithe mit stabilem Interferenzkreuz entstehen. Diese auch schon makroskopisch erkennbare sphäroidische Aggregation der Chloritoidschüppchen ist für das vorliegende Gestein geradezu charakteristisch, zumal einzelne Blättchen selten auftreten. Die Chloritoidindividuen erscheinen nur hier und da in basischen Schnitten von bläulichgrüner Farbe und lappigen Umrissen, meistens aber in leistenförmigen Querschnitten, deren Enden vorwiegend unregelmässig, seltener rechtwinkelig oder zweiseitig zugeschärft sind. Ihre Farbe wechselt von gelbgrün zu blaugrün, je nachdem die Längsaxe der Leisten normal oder parallel ist zur Schwingungsrichtung des unteren Nicol. Im polarisirten Lichte offenbart sich, dass die einzelnen Leisten nicht einfach, sondern aus zwei oder mehreren Lamellen zwillingsartig nach der Tafelfläche zusammengesetzt sind. Die chromatische Polarisation zeigt in der Regel grüne und blaue Farben. Die Auslöschung erfolgt schief gegen

Digitized by Google

die Längsaxe der Leisten und beträgt die symmetrische Abweichung beiderseits der Zwillingsnaht 14 Grade, während bei unsymmetrischen Exstinctionen kleinere und entsprechend grössere Werthe gefunden wurden.

Die beschriebenen Chloritoidaggregate liegen nun in einer an sich farblosen körnigen Grundmasse, welche von opaken, im reflectirten Lichte gelbrothen Körnchen und weisslichen Wolken durchstreift wird, die ich als Rutil, beziehungsweise Titanit erkannte. Die wasserklaren unregelmässigen Körner der Grundmasse mit lebhaften gelben und blauen Polarisationsfarben scheinen dem Quarz anzugehören. Bemerkenswerth ist die deutliche Streckung der Gesteingrundmasse, welche weniger durch längliche Form der Quarzindividuen als durch parallele Richtung der Rutil- und Leukoxen-Einschlüsse zum Ausdruck kommt. Gleichwohl zeigt das Gestein makroskopisch keine deutliche Schieferung.

Von Erzen ist spärlicher Pyrit und etwas Titaneisen zu erwähnen, das hauptsächlich als Einschluss im Chloritoid neben Rutilkörnchen auftritt, nach seinem weissen Umwandlungsproduct auf einen Titangehalt schliessen lässt, und auch mit dem Eisenkies verwachsen erscheint.

Diese durch das Mikroskop gewonnenen Ansichten über die Natur der Elemente unseres Gesteins bedurften immerhin einer zweifellosen Bestätigung durch chemische Untersuchung.

Die zur quantitativen Analyse erforderliche Trennung der Gemengtheile wurde wesentlich erleichtert durch die Zersetzbarkeit des Chloritoides mittelst Schwefelsäure, so dass die bei nahestehenden Volumgewichten und inniger Verschränkung der Bestandtheile stets unvollkommene mechanische Sonderung entbehrlich und eine durchgreifendere chemische Reinigung der Probe möglich wurde. — Zu diesem Behufe kochte ich das feine Gesteinspulver in verdünnter Schwefelsäure. Nachdem letztere bis zur Trocknis abgeraucht war, wurde mit Salzsäure und Wasser wieder aufgenommen und filtrirt. Vom gelblichweissen Rückstand entfernte ich mittelst kochender Natronlauge die beigemengte Kieselsäure, um aus dem Gewichtsverluste deren Menge zu ermitteln.

Der unzersetzte Gesteinsrest erwies sich mikroskopisch frei von Chloritoid und bestand aus gleichartigen scharfen Splittern eines an sich farblosen Minerals, augenscheinlich Quarz, welcher aber reichlich

Digitized by Google

von gelbrothen Rutilkörnchen und weisslichen Titanitschwärmen durchwachsen ist.

Aus der oxydirten Lösung der Basen wurde nun mit Ammoniak, Thonerde und Eisen gefällt und zur vollständigen Scheidung von Magnesia mit Salmiak bis zum Verschwinden des ammoniakalischen Geruches gekocht. — Im Filtrat des reichlichen Niederschlages gab oxalsaures Ammoniak etwas Kalk, ferner phosphorsaures Natron ganz wenig Magnesia. — Durch Kochen der in Salzsäure gelösten Sesquioxyde mit überschüssiger Natronlauge ging Thonerde in Lösung aus der sie mit Salmiak wieder gefällt wurde; während die noch nicht tief rothbraune Färbung des Eisenniederschlages eine Beimengung von Titansäure verrieth, zu deren Abtrennung ich die salzsaure Lösung des Niederschlages zur Vermeidung einer ammoniakalischen Fällung mit Weinsäure, hierauf mit Schwefelammonium versetzte, dessen Niederschlag zur vollkommenen Reduction des Eisens durch Schwefelwasserstoff in Salzsäure wiedergelöst, dann abermals mit Ammoniak und Schwefelammonium erzeugt aus reinem Schwefeleisen besteht, welches als Oxyd gewogen wurde. Titan hingegen war in Lösung gegangen und konnte durch Verbrennung der Weinsäure aus der Kalibisulfat-Schmelze gefällt werden. Zur Wasserbestimmung wurde eine andere Probe des Gesteinspulvers im Hempel'schen Ofen eine Stunde lang geglüht.

Die bei dieser Analyse gefundenen Procentzahlen sind unter I aufgeführt, während die daneben befindlichen Verticalreihen die nach der unten folgenden Discussion der Bauschanalyse berechneten Glieder enthalten.

	I	Titanit	Erz u. Rutil	Chloritoid
Kieselsäure . .	25·50	0·43	—	25·07
Titansäure . .	1·88	0·59	1·29	—
Thonerde . . .	38·69	—	—	38·69
Eisenoxydul . .	27·19	—	1·89	25·30
Kalkerde . . .	0·40	0·40	—	—
Magnesia . . .	0·08	—	—	0·08
Wasser	6·67	—	—	6·67
	100·41 =	1·42 +	3·18 +	95·81

Ueberschaut man die Qualitäten und Quantitäten der Analyse I so ergibt sich sofort eine grosse Aehnlichkeit mit der Zusammensetzung des Chloritoides. Doch gehören zwei Bestandtheile, nämlich

Digitized by Google

Titansäure und Kalkerde entschieden nicht dazu, weshalb wir dieselben ausscheiden wollen. Nachdem Carbonate, sowie andere Kalkminerale dem Gestein fremd sind, liegt es nahe, den Kalkgehalt auf den im Dünnschliff beobachteten und durch Schwefelsäure bekanntlich zersetzbaren Titanit (Leukoxen), zu übertragen, für welchen die entsprechenden Kieselsäure- und Titansäureprocente berechnet wurden. Der Rest der gefundenen Titansäure musste aber von dem in Schwefelsäure schwer löslichen Rutil herrühren, doch auch von dem titanhaltigen Erz, welches grösstentheils in Lösung gegangen war, da es im unzersetzten Gesteinsantheil kaum noch zu entdecken war. Daher kam auch ein Theil des gefundenen Eisens auf dieses Erz; eine annähernde Ermittlung der Menge des ersteren gelang gelegentlich der Eisenoxydulbestimmung in der Weise, dass ich eine Probe des Gesteinspulvers nur $^1/_2$ Stunde lang in verdünnter Schwefelsäure unter einem Kohlensäurestrom digerirte und die Lösung mit Chamäleon titrirte. Da der ungelöste Rückstand, von dem noch mittelst Natronlauge die abgeschiedene Kieselsäure entfernt wurde, unter dem Mikroskop keine Spur von Chloritoid, hingegen eine merkliche Anreicherung von Rutil und Erz zeigte, so wurde nur der durch Titration bestimmte Eisenoxydulgehalt auf den Chloritoid, der Ueberschuss der ersten Bestimmung aber auf das dort mitgelöste Erz bezogen. So bleiben nach Abzug von Titanit und Erz mit Rutil die Procentzahlen der vierten Reihe entsprechend der Zusammensetzung von Chloritoid.

Ergänzt man zur besseren Vergleichung jene Werthe auf 100 und setzt die idealen für Chloritoid[1]), so folgt:

	Gefunden	Gerechnet nach $H_2 Fe Al_2 SiO_7$
Kieselsäure . .	26·17	23·72
Thonerde . . .	40·38	40·71
Eisenoxydul . .	26·41	28·46
Magnesia . . .	0·08	—
Wasser . . .	6·96	7·11
	100·00	100·00

Die Uebereinstimmung der beobachteten Constitution mit den vorhandenen Analysen und der allgemeinen Formel von Chloritoid beweist die Richtigkeit der auf Grund makro- und mikroskopischer

[1]) Zeitschr. f. Krystallographie u. Mineralogie 1879, III., pag. 508.

Digitized by Google

Eigenschaften gemachten Annahme, dass die grünen Blättchen im Gestein aus dem Grossarlthal Chloritoid sind.

Zur chemischen Bestimmung der übrigen Gesteinsgemengtheile wurde nun auch der bei Analyse I gewonnene, in Schwefelsäure unzersetzte Rückstand quantitativ analysirt. Die bedeutende Härte des darin vorherrschenden Minerals, das leicht Glas ritzt, seine Frische, der Mangel an Spaltbarkeit und die lebhafte chromatische Polarisation lassen wohl Quarz vermuthen. Die farblosen Splitter sind von röthlichgelben und weisslichgrauen Körneraggregaten getrübt, welche als ein Gemenge von Rutil und Titanit (Leukoxen) erscheinen. Ausserdem bemerkt man auch vereinzelte grössere rothbraune durchsichtige Rutilkörner. Eine vorläufige Trennung dieser Einschlüsse des feinsten Quarzpulvers war überflüssig, weil sich dieselbe durch die Analyse selbst ergab.

Die Probe wurde mit kohlensaurem Kalinatron aufgeschlossen. Im Filtrat von der Kieselsäure gab Ammoniak einen voluminös schweren Niederschlag, dessen Farbe die Abwesenheit von Eisen verrieth. Nachdem derselbe geglüht und gewogen, erfolgte zur nähern Prüfung auf Titansäure ein Aufschluss mit zweifach schwefelsaurem Kali. In der verdünnten Lösung der Schmelze entstand beim Kochen die charakteristische milchige Trübung durch ausfallende feinpulverige Titansäure. Die Abwesenheit von Thonerde erwies sich dadurch, dass mit überschüssiger Natronlauge nichts in Lösung ging. — Im Filtrat von der ammoniakalischen Fällung fand sich wenig Kalk, während Magnesia nicht zu entdecken war. Schliesslich lieferte die Kieselsäure mit Fluorwasserstoff auf ihre Reinheit geprüft noch 0·25 Procent Titansäure. Die Resultate dieser Analyse sind unter II zusammengestellt.

	II	Titanit	Rutil	Quarz
Kieselsäure . .	92·82	0·82	—	92·00
Titansäure . .	6·93	1·12	5·81	—
Kalkerde . . .	0·76	0·76	—	—
	100·51 =	2·70 +	5·81 +	92·00

Eine kurze Ueberlegung ergibt die Gliederung in Titanit, Rutil und Quarz, indem vorerst der Kalkgehalt als dem Titanit zukommend mit den nach der Formel berechneten Mengen von Kiesel- und Titansäure in Abzug kommt, während die restliche Titansäure von Rutil und die Kieselsäure von Quarz herrühren muss.

Digitized by Google

Es bestätigt sich somit obige Anschauung, dass der in Schwefelsäure unzersetzte Gesteinsantheil wesentlich aus Quarz besteht mit eingewachsenem Rutil und Titanit.

Nachdem wir nunmehr über die Art der Elemente des vorliegenden Gesteins aufgeklärt sind, erübrigt noch die Bestimmung ihres Mengungsverhältnisses. Dasselbe folgt aber unmittelbar aus den Analysen, denn reducirt man die in I und II erhaltenen Procente von Titanit, Rutil, Chloritoid und Quarz auf die durch Schwefelsäure zersetzten, beziehungsweise unzersetzten Gesteinsprocente, so hat man:

			Titanit		Erz u. Rutil		Chloritoid		Quarz
Zersetzt	67·26	Proc.	= 0·95	+	2·13	+	64·18		—
Rückstand	33·06	„	= 0·89	+	1·91	+	—	+	30·26
Gestein	100·32		= 1·84	+	4·04	+	64·18	+	30·26

Dies gibt auf 100 Gewichtstheile des Gesteins berechnet einen Gehalt von:

Chloritoid	63·98
Quarz	30·16
Rutil und Erz . . .	4·03
Titanit	1·83
	100·00

Es beträgt also die Menge des Chloritoides nahezu zwei Drittel vom Gesteinsgewicht, ein Gehalt, wie er in den bis jetzt bekannten Chloritoidschiefern bei weitem nicht erreicht wird, denn unter Anderen fand Renard[1]) in den Schiefern der Ardennen 11—35·5 Procent, v. Foullon[2]) in den Schiefern der Wurmalpe in Steiermark nur 20 Procent, Schröder[3]) in sächsischen Phylliten nur 4—6 Procent Chloritoid. Der geringere Chloritoidgehalt bei allen anderen Vorkommnissen ergibt sich schon aus der Vergesellschaftung des Chloritoides mit Glimmer, Graphit, seltener Hornblende, wie nach von der Marck im Taunus.[4])

Auszeichnend für das Gestein vom Grossarlthal ist aber ausser dem Reichthum an Chloritoid die fächerartige und sphäroidische

[1]) Bulletin de musée royal de Belgique. 1882, I., pag. 12.

[2]) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1883, XXXIII., pag. 228.

[3]) Zeitschr. f. d. ges. Naturwissenschaften. 1884, LIV., 4. Heft.

[4]) Verh. d. naturhist. Versammlung d. pr. Rheinlande u. Westphalens. 1878, XXXV., pag. 257.

Digitized by Google

Aggregation seiner Blättchen, welche zwar auch von Brush[1]) und v. Foullon[2]) manchmal, jedoch nirgends so durchgreifend entwickelt beobachtet wurde.

Der wesentliche Unterschied liegt aber in der Mineralcombination selbst, indem bei unserem Gestein nicht nur die anderwärts, so von Barrois[3]) und Foullon[4]) gefundene graphitische Substanz, sondern namentlich der sonst stets beigemengte Glimmer ganz fehlt und Chloritoid allein zum Quarz tritt, um mit untergeordneten Erz, Rutil und Titanit ein Gemenge darzustellen, das auch im Gegensatz zu den meisten bekannten chloritoidführenden Schiefern nicht phyllitischen Habitus besitzt. Gerade der Umstand, dass hier der Chloritoid die Rolle des Glimmers im Gemenge mit Quarz übernommen, begründet die Analogie mit dem Glimmerschiefer, welche durch die Benennung Chloritoidschiefer zum Ausdruck kommt, während die bis jetzt beschriebenen chloritoidhaltigen Schiefergesteine als Chloritoidphyllite, Chloritoidglimmerschiefer, Chloritoidkalkschiefer u. s. w. bezeichnet werden müssen.

Ein eigentlicher Chloritoidschiefer hat sich bisher nicht gefunden und ist namentlich für die Salzburger Alpen neu, da auch das Vorkommen aus dem Mühlbachthal, zwischen Lend und St. Johann i. P. dem Grossarlthal gegenüber, nach v. Foullon's Beschreibung[5]) mit Muscovitgehalt ausgesprochenen Phyllittypus vereint.

Von Interesse wird es nunmehr sein, das Anstehende dieses Chloritoidschiefers im Grossarlthal aufzusuchen, um dessen Lagerung, Verbreitung und Verband mit den Schiefern der Umgebung zu erforschen.

Mineralogisches Laboratorium des Polytechnikums Karlsruhe, December 1886.

---

[1]) Sillim. American Journal. 1861, XXXI., pag. 358.

[2]) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1883, XXXIII., pag. 220.

[3]) Annales de la Société géolog. du Nord. 1883, XI., pag. 18 und Bulletin de la Société minér. de France. 1884, VII., pag. 37.

[4]) A. a. O. pag. 228, 233 u. 235.

[5]) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1884, XXXIV., pag. 654.

Digitized by Google

XI. Notiz.

Brookit vom Schwarzkopf, Fusch.

Unter einer Anzahl von Gesteinen und Mineralen, welche Herr Custos Dr. J. Fuchshofer im Laufe mehrerer Sommer in der Umgebung des Bades Fusch gesammelt und mir zur Bestimmung übergeben hatte, befand sich auch eine Stufe von Albit, dessen oft gut ausgebildete Krystalle von der Form *P, y, M, l, T* meist zu Krystallstöcken vereinigt sind, zwischen welchen zahlreiche Einbuchtungen und Höhlungen bleiben.

In einem solchen Hohlraume nun bemerkte ich mehrere Täfelchen, welche sich bei näherer Untersuchung als Brookit erwiesen.

Die Brookitkryställchen, 2—3 Millimeter lang, 1·5 Millimeter breit und sehr dünn, von licht bräunlichgelber Färbung, durchsichtig, mit metallischem Glanze, zeigen unter dem Mikroskope eine starke Riefung parallel der Längenausdehnung, senkrecht zu dieser satter gelbe Farbe, gerade Auslöschung, sehr lebhafte Polarisationsfarben und im convergenten Lichte das für Brookit so charakteristische Interferenzbild gekreuzter Axenebenen.

Um die Formen zu bestimmen, wurden unter dem Mikroskope Messungen angestellt, welche recht gute Resultate ergaben, nach denen ausser der vorwaltenden Querfläche (100), das aufrechte Prisma (110) mit der Pyramide (122) und untergeordnet mit dem Längsdoma (021) in Combination tritt.[1])

Dieses Vorkommen ist um so interessanter, als auf derselben Stufe auch die beiden anderen Modificationen des Titansäureanhydrids auskrystallisirt erscheinen.

Aufsitzend auf dem Albit findet man nicht selten kleine oktaëdrische Krystalle mit metallischem Diamantglanz, welche sich leicht als Anatas erkennen lassen, und es wäre nur zu bemerken, dass man mit Bezug auf die Färbung lichtbläuliche, beinahe farblose und dunkle, schwarze Krystalle unterscheiden kann, von denen die letzteren meist nur *P*, selten noch mit 0*P* zeigen, während bei ersteren auch noch *P*∞ hinzutritt. Eine Messung am Reflexionsgoniometer lieferte fast genau den Winkel 43°24′ für die Mittelkante von *P*.

Nicht in so vollkommenen Krystallen erscheint der als Sagenit entwickelte Rutil, welcher zwillingsartige Verwachsungen nadel- und haarförmiger Krystalle von röthlichgelber Farbe darstellt.

Der Sagenit bildet sowohl zarte Ueberzüge auf den verschiedenen Mineralen der Stufe, als auch kleine Häufchen, die aus einer unregelmässigen Vereinigung vieler Gruppen bestehen. Mit dem Anatas verwächst er derart, dass eine der drei Richtungen, nach welchen die Rutilkrystalle vereinigt sind, parallel der Kante zwischen Pyramiden- und Endfläche des Anatas ist, wobei auch die ganze Sagenitgruppe parallel der Basis orientirt ist. Einer anderen regelmässigen Verwachsung wird später noch Erwähnung gethan werden.

---

[1]) Vergl. die Fig. 26 der Tafel zur Abhandlung H. Thürach's: „Ueber d. Vorkommen mikroskop. Zirkone u. Titan-Mineralien i. d. Gesteinen.“ Würzburger phys.-med. Gesellsch. XVIII.

Digitized by Google

Ausser diesen drei Mineralen kommt aber noch ein viertes Titanmineral auf derselben Stufe vor. Theils eingesprengt, theils in den erwähnten Höhlungen findet man schwarze, fast undurchsichtige Tafeln und glimmerartig dünne Blättchen von halbmetallischem Glanze, welche selten einen hexagonalen Umriss zeigen. Dies und die weiteren Eigenschaften, wie der Strich (schwarz mit einem bräunlichrothen Stich), Mangel an Wirkung auf die Magnetnadel, Undurchsichtigkeit auch in sehr dünnen Schliffen, weisen auf Ilmenit hin. Oefter sind die Täfelchen von Rhomboëderflächen begrenzt; auf der Basis bemerkt man ausser der gewöhnlichen Streifung parallel der Combinationskante mit dem Rhomboëder noch eine zweite, zu dieser senkrechte, welche aber nur untergeordnet auftritt. Zahlreiche haarförmige Rutilnadeln (Sagenit) sind mit dem Titaneisenerz verwachsen, oft die Endfläche ganz bedeckend und auch über den Rand hinausragend; die Längsrichtung der Nädelchen fällt dabei mit der zuerst genannten Streifung zusammen. Wegen dieser Verwachsung wurde auch eine chemische Prüfung des Erzes auf $Ti\,O_2$ unterlassen, da sie ein unsicheres Resultat hätte ergeben müssen.

Unter den übrigen Mineralen fällt besonders der Muscovit auf, welcher theils lagenweise im Vereine mit Ilmenitblättchen die Stufe durchzieht, theils die Hohlräume auskleidet und sie in Gesellschaft mit graugrünem Prochlorit oft ständig erfüllt. Seine grünlichweissen, losen Täfelchen von geringer Dicke haben eine scharfe, sechsseitige Begrenzung und bilden häufig Zwillinge.

Auch vereinzelte Kalkspathkrystalle sitzen hier und da auf dem Albit; sie sind kugelig ausgebildet und ihre Oberfläche wie durch Aetzung gerundet.

Was den Fundort betrifft, so ist zu bemerken, dass Herr Dr. Fuchshofer die vorliegende Stufe auf dem nördlichen Abhange des Schwarzkopfes auflas. Dieser Berg, welcher die höchste Erhebung in der näheren Umgebung von Bad Fusch und auch die Wasserscheide gegen das Seidelwinkelthal der Rauris bildet, scheint der Hauptmasse nach aus dunklen (graphitischen) Muscovitschiefern und verwandten Gliedern der Schieferregion zu bestehen; auch hatte ich bereits früher Gelegenheit, ein schwarzes, hartes, schieferiges Gestein von der Spitze als Chloritoidschiefer zu bestimmen.

Wien, Mineralogisch-petrographisches Institut, Juli 1887.

Heinrich Wichmann.

Digitized by Google

Literatur.

Arzruni A.: Mineralogisches a. d. Sanárkagebiet im Süd-Ural. — Sitzber. d. k. pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1886, LII.

— Nephrit und Jadeitbeile v. Venezuela, Hissarlik und Sardes. — Verhandl. d. Berliner anthropol. Ges. 1886.

— Manganotantalit, eine neue uralische Mineralvarietät. Mit 1 Fig. — K. russ. Min. Ges. Petersburg 1886.

— Ein neues Zwillingsgesetz im regulären System. — Ebenda.

Bärwald C.: Untersuchung einiger Cölestine. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 3. 1886.

Barrois Ch. et A. Offret: Sur la constitution géologique de la chaîne bétique. Compt. rend. 1886.

Bauer M.: Beitr. z. Mineralogie. V. Hyalosiderit u. Forsterit. Zwillingsbildung b. Schwerspath. Mit I Taf. — N. Jahrb. f. Min. 1887, I.

Baumhauer H.: Ueber d. Structur u. d. mikroskop. Beschaffenheit von Speiskobalt und Chloanthit. Mit II Taf. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 1, 1886.

— „Zur Kenntniss der durch secundäre Zwillingsbildung bewirkten Flächenverschiebungen" von O. Mügge. Auszug daraus nebst Zusatz. Mit I Tafel. — Ebenda 3.

Becker A.: Ueber die chemische Zusammensetzung des Barytocalcits und des Alstonits. — Ebenda.

Becker George: The Washoe Rocks. — Bull. California Ac. Sci. 6, 1886.

— The Texture of Massive Rocks. — Am. Journ. Sci. XXXIII, 1887.

Bombicci S.: Sulla contorsione di tipo elicoide nei fasci prismatici di antimonite del Giappone. Mit I Tafel. — R. Acc. d. Sc. dell'Istituto di Bologna 1886.

— Sul giacimento e sulle forme cristalline della Datolite della Serra dei Zanchetti (Alto Appennino Bolognese). Mit I Tafel. — Ebenda.

Born Max: Beitr. z. Bestimmung d. Lichtbrechungsverhältnisse doppeltbrechender Krystalle durch Prismenbeobachtungen. - Inaug.-Diss (Königsberg) Stuttg. 1886.

Bourgeois L.: Sur les titanates de baryte et de strontiane cristallisés. — Compt. rend. 1886.

— Nouveaux procédés de préparation des carbonates cristallisés. — Ebenda.

— Sur la préparation d'un silicostannate de chaux correspondant au sphène. Ebenda 1887.

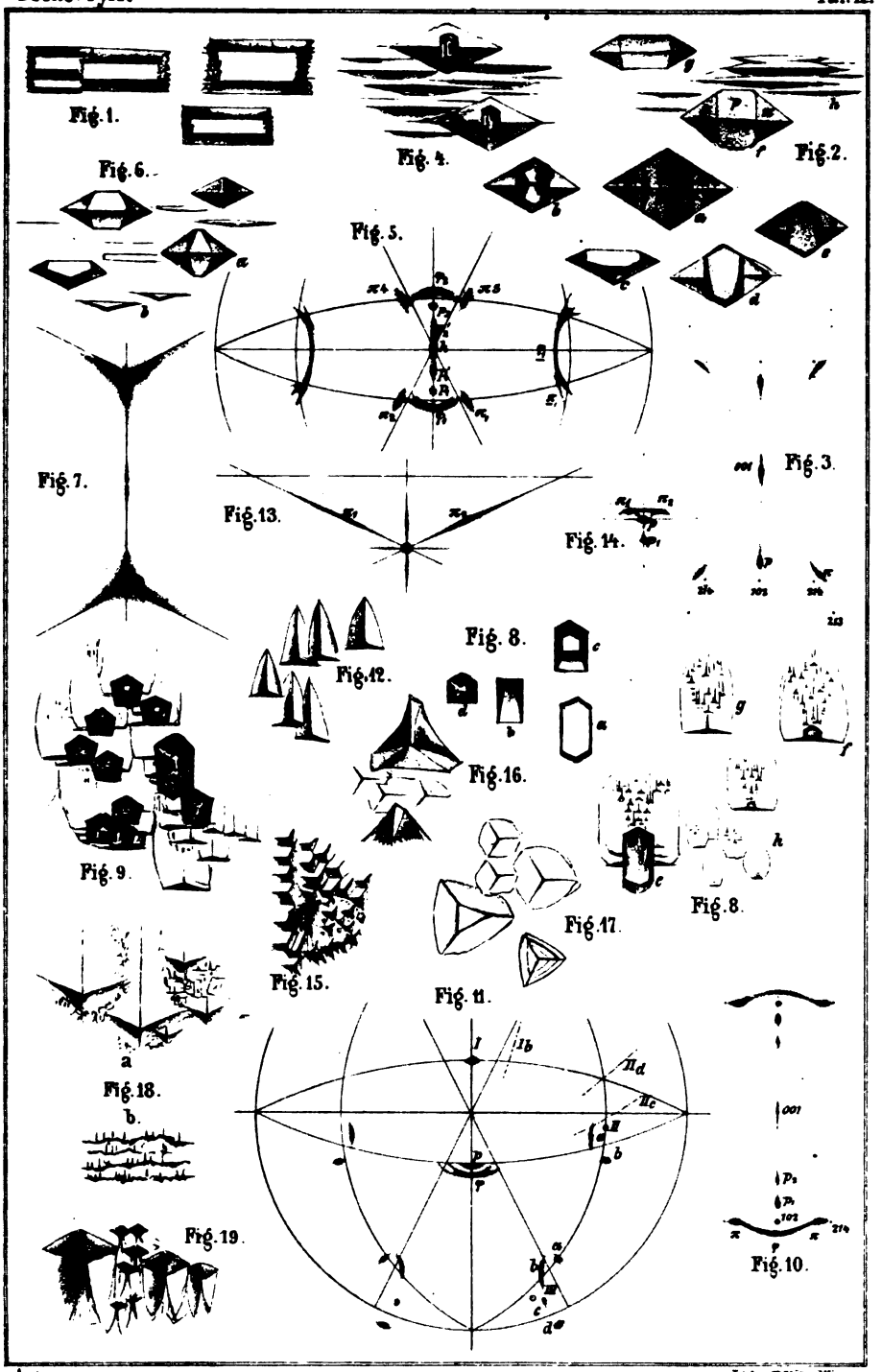
Brauns R.: Einige Beobachtungen und Bemerkungen zur Beurtheilung optisch anomaler Krystalle. Mit I Tafel. — Inaug.-Diss. Marburg 1885.

— Zur Frage der optischen Anomalien. Mit 2 Figuren. — N. Jahrbuch für Min. 1887, I.

— Ueber Winkelschwankungen isotroper und doppeltbrechender regulärer Krystalle. — Ebenda.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp in Wien.

Digitized by Google



Autor gez. Lith. v. F. Köke Wien.

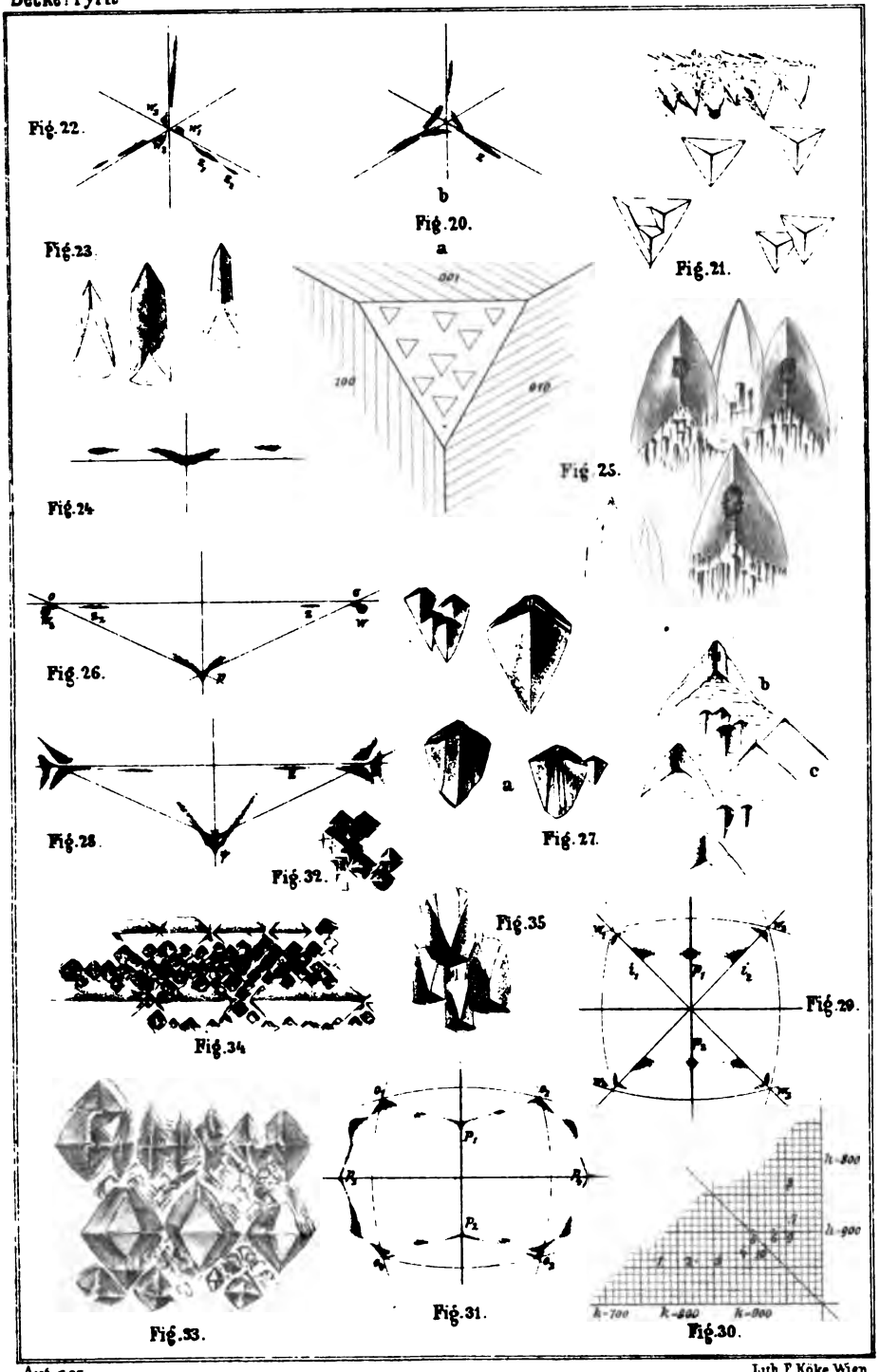
Tschermak: Mineralog. u. petrograph. Mittheilungen Bd. VIII. Heft. III u. IV.

Verlag von Alfred Hölder k. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler.

Digitized by Google

THE ASTOR LIBRARY

Digitized by Google



Aut. gez. Lith. F. Köke, Wien.

Tschermak: Mineralog. u. petrograph. Mittheilungen Bd. VIII. Heft III u. IV.

Verlag von Alfred Hölder k.k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler

Google

THE ASTOR LIBRARY

Digitized by Google

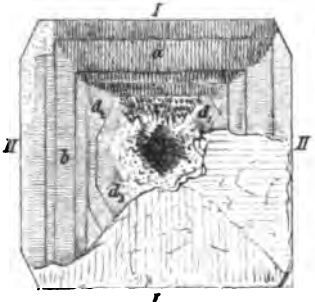


Fig. 36.

Fig. 37.

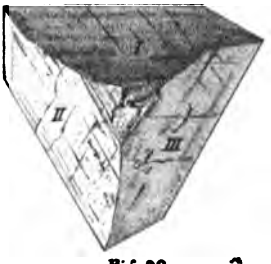


Fig. 38.

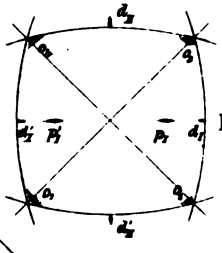


Fig. 40.

Fig. 41.

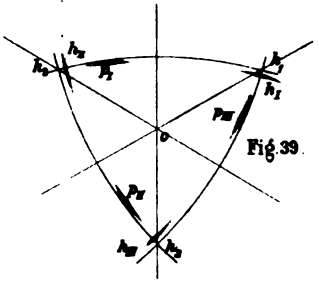


Fig. 39.

Fig. 44.

Fig. 43.

Fig. 42.

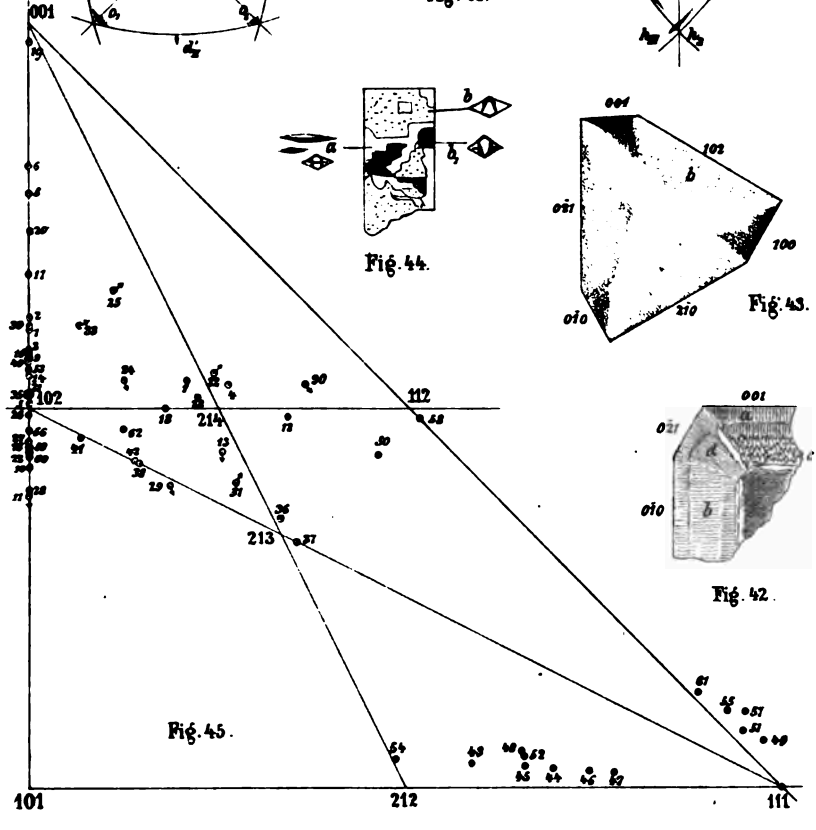


Fig. 45.

Autor gez. Lith. v. F. Koke Wien

Tschermak: Mineralog. u. petrograph. Mittheilungen Bd. VIII. Heft III u. IV.

Verlag von Alfred Hölder k.k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler.

Digitized by Google

THE ASTOR LIBRARY

Digitized by Google

XII. Der Meteorit von Angra dos Reis.

Von E. Ludwig und G. Tschermak.

Die grosse Mehrzahl der steinartigen Meteoriten ist insoferne gleichartig, als diese wesentlich aus Magnesiumsilicaten der Olivin- und Bronzitreihe bestehen, welchen sich gewöhnlich noch Eisen und Magnetkies beigesellen. Diese Steine sind reich an Magnesium, arm an Calcium und Alkalimetallen. Die übrigen Meteorsteine enthalten hingegen als Hauptgemengtheile Augit und einen Plagioklas und besitzen demgemäss einen bedeutenden Gehalt an Calcium, öfters auch an Natrium. Diese letzteren Meteoriten sind wenig zahlreich, da sie nur ungefähr den zwanzigsten Theil der bekannten Meteorsteine ausmachen. Die Reihe der hierhergehörigen Steine wird nun durch den hier zu besprechenden vergrössert, welcher zugleich eine neue Meteoritenart repräsentirt.

Im vorigen Jahre übersandte Herr Orville A. Derby in Rio de Janeiro an den Einen von uns Proben von zwei brasilischen Meteoriten. Der eine ist ein Chondrit, über dessen Fallort blos angegeben werden kann, dass derselbe in Brasilien gefunden wurde. Der zweite ist von ungewöhnlichem Ansehen und unterscheidet sich, wie schon Derby bemerkte, von allen in dem Werke über die mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten dargestellten Arten. Das Niederfallen dieses Meteoriten wurde bei der Küstenstadt Angra dos Reis, welche in der Provinz Rio ungefähr 60 englische Meilen westlich von der Hauptstadt liegt, beobachtet. Doch ist bezüglich der Fallzeit

Digitized by Google

bis jetzt nicht einmal die Jahreszahl 1867 völlig sichergestellt. Der Richter von Angra, welcher die Erscheinung auf dem Wege in's Bad wahrnahm, gab einen Theil des aufgelesenen Steines einem Priester, welcher denselben nach Rom an den Papst gesandt haben soll. Das Gewicht des ganzen Meteoriten dürfte ungefähr $1^1/_2$ Kilo betragen haben. Herr Derby will über den Fall noch genauere Nachforschungen anstellen.[1])

Der Stein von Angra ist äusserlich von einer schwarzen glänzenden Rinde überzogen, welche wie eine dicke Firnisschichte aussieht und ein Netzwerk von Leistchen zeigt, vollkommen gleich dem Adernetz, welches die Rinde der Eukrite, insbesondere die schöneren Exemplare des Steines von Stannern darbieten. An den vorliegenden Fragmenten ist zu erkennen, dass die Rinde nicht überall dieselbe Beschaffenheit habe, dass vielmehr die eine Seite, welche der Rückenseite entspricht, durch schärfer vorspringende und oft einseitig gebildete Netzfäden von der anderen mehr glatten Seite unterschieden ist. An einem grösseren Bruchstücke des Steines bemerkte Herr Derby in einer Kluft, welche mit der Oberfläche in Verbindung steht, Schmelztropfen von der Grösse eines Stecknadelknopfes.

Im Bruche erscheint der Stein kleinkörnig, rauh, von schwarzbrauner, genauer gesagt, tief nelkenbrauner Farbe und nur stellenweise machen sich einzelne gelbgrüne bis röthlichgelbe Körnchen bemerklich. Die sehr dunkle Farbe des Steines im Innern unterscheidet diesen Meteoriten von allen verwandten schon beim ersten Anblick. Die Korngrösse ist nicht überall gleich. Während die meisten Körner nicht über 0·2 Millimeter Durchmesser haben, kommen öfter auch solche von 0·5 Millimeter und ausnahmsweise auch noch grössere vor. Alle Körner sind glas- bis fettglänzend, die grösseren sind sehr zerklüftet und zerfallen leicht. Die Cohäsion der Steinmasse ist überhaupt gering, der Stein kann grossentheils zwischen den Fingern zerrieben werden. Diese lockere Beschaffenheit ist wohl auch durch das Zertheilen des Steines vermehrt worden. Das Pulver des Meteoriten ist aschgrau mit einem röthlichen Stich.

---

[1]) Der Herr Einsender hat die bisherigen Nachrichten für eine Notiz in den Archivos do Museu nacional zusammengestellt. Eine vorläufige Nachricht wurde in dem Anzeiger der k. Akademie zu Wien, Jahrg. 1885, pag. 173, gegeben.

Digitized by Google

Das Volumgewicht einer Probe des Steines wurde an einer Probe auf pyknometrischen Wege zu 3·47, an einer anderen zu 3·43, bestimmt.

Der weitaus überwiegende schwarzbraune Gemengtheil bildet glas- bis fettglänzende Körner von muscheligem Bruche ohne eine deutliche Spaltbarkeit. Wegen der ausserordentlichen Zerklüftung war es nicht thunlich, ein einzelnes Korn für sich bezüglich der Spaltbarkeit und des optischen Verhaltens zu prüfen. In dem Dünnschliffe des Meteoriten ist aber dieser Gemengtheil bald als Augit zu erkennen. In manchen der Körner zeigen sich Spaltungsrisse, die bald geradlinig bald wellig verlaufen und welche in manchen Schnitten, die quer gegen die prismatische Spaltbarkeit gerichtet sind, das für den Augit charakteristische Netz von Spaltlinien bilden. Derlei Querschnitte geben im convergenten polarisirten Lichte das Bild einer optischen Axe mit schöner Dispersionserscheinung an der Hyperbel, entsprechend der Dispersion in der Ebene der optischen Axen, welche letztere in dem Netz der Spaltlinien diagonal verläuft. Die Schnitte, welche blos eine einzige Schaar von Spaltungsrissen darbieten, ergeben im parallelen polarisirten Lichte Auslöschungsrichtungen, welche von den Spaltlinien gewöhnlich abweichen. Das Maximum der Abweichung wurde zu 37° bestimmt, was ungefähr den Wahrnehmungen am Augit entspricht. Jene Schnitte, welche die Auslöschung den Spaltlinien parallel zeigen, liefern im convergenten Lichte ein Axenbild und lassen erkennen, dass die Axenebene den Spaltlinien parallel ist.

Die Farbe des Augits im durchfallenden Lichte ist eine ungewöhnliche. Sie ist im allgemeinen eine rothe. Betrachtet man den Dünnschliff des Meteoriten durch das Mikroskop im gewöhnlichen Lichte so sieht man grösstentheils nur Augitkörner und die Durchschnitte derselben erscheinen tief carminroth bis himbeerroth oder braun, manche Durchschnitte sind aber sehr blassroth, so dass der Eindruck hervorgerufen wird als ob letztere Körner von den vorigen verschieden wären. Wird der untere Nicol eingeschoben, so erscheinen die einen Durchschnitte carminroth, die anderen aber fast farblos mit schwach grünlichem oder röthlichem Ton. Der Pleochroismus ist also ein sehr auffallender. Bei der dichroskopischen Untersuchung von Körnern, deren Orientirung sich bestimmen liess, wurde für Schwingungen parallel α eine blass gelblichgrüne für solche

Digitized by Google

parallel b eine carminrothe, für solche parallel c eine carmoisinrothe, also mehr in's Violette neigende Farbe erhalten. Die Flächenfarben, also die drei Farben, welche in senkrecht zu den Elasticitätsaxen geschnittenen Platten im gewöhnlichen Lichte auftreten, sind gelbroth, braunroth, gelblich.

Die Augitkörner enthalten öfters Einschlüsse von mehrerlei Art. Meistens sind es rundliche Einschlüsse von braunem Glase, welche zuweilen auch negative Krystalle darstellen oder auch längliche zugespitzte Formen darbieten. Der Durchmesser derselben ist gewöhnlich unter 0·02 Millimeter. In manchen Körnern liegen diese Glaseinschlüsse schwarmweise beisammen. Auch Einschlüsse von farblosem Glase finden sich nicht selten. Dieselben sind meist sehr klein und treten in manchen Augitkörnern in staubartiger Vertheilung auf. Einige rundliche, fast farblose, doppeltbrechende Einschlüsse dürften auf Olivin zu beziehen sein. Opake eckige Körnchen, die als Magnetkies zu betrachten sind, finden sich hier und da im Augit.

Vor dem Löthrohre schmelzen die Augitkörner leicht zu einem glänzenden schwarzen Glase, welches jenem vollkommen gleicht, aus dem die Rinde des Steines gebildet ist. Wird das Pulver des Augits mit Salzsäure befeuchtet, der Bunsen'schen Flamme ausgesetzt, so wird die Flamme rothgelb gefärbt und gibt bei der spektroskopischen Prüfung die Linien des Calciums, Natriums und sehr schwach jene des Kaliums. Durch warme Salzsäure wird das feine Pulver des Augits merklich angegriffen. Aus der später anzuführenden Analyse ergibt sich, dass dieser Augit auch eine ungewöhnliche chemische Zusammensetzung darbietet, indem der Calciumgehalt und auch der Aluminiumgehalt grösser sind als in den bisher untersuchten Augiten der Meteorsteine.

Die Sprünge in den Augitkörnern sind oft braunroth gefärbt. Bei einer vergleichenden Prüfung ergibt sich, dass diese Erscheinung von einer secundären Bildung herrührt. Ob dieselbe von einer Beimengung von Eisenchlorid abzuleiten sei, ist hier nicht zu entscheiden.

Die früher genannten, in dem Meteoriten untergeordnet vorkommenden, im auffallenden Lichte gelbgrünen bis röthlichgelben glasglänzenden Körner sind ein von dem vorigen verschiedener Gemengtheil. Sie finden sich theils einzeln, theils zu mehreren vereinigt. Ihr Durchmesser ist ungefähr halb so gross als jener der Augitkörner.

Digitized by Google

Die gelbgrünen Körner gleichen schon im äusseren Ansehen vollständig dem Olivin. Sie zeigen muscheligen Bruch und die meisten lassen keine deutliche Spaltbarkeit erkennen. Diese erscheinen im durchfallenden Lichte blassgelblich ohne Dichroismus und zeigen blos krumme Sprünge. Bei der konoskopischen Untersuchung erweisen sie sich optisch zweiaxig mit grossem Axenwinkel.

Einschlüsse sind häufig zu bemerken. Unter diesen sind die negativen Krystalle, welche in manchen Durchschnitten schwarmweise auftreten, besonders auffallend. Dieselben zeigen bald verzerrte Formen, bald deutliche rhombische Combinationen, welche Krystallformen des Olivins darstellen. Meistens sind sie von der Längsfläche $b = (010)$, dem aufrechten Prisma $m = (110)$ und dem Längsprisma $k = (021)$ begrenzt. An einzelnen dieser Formen wurde auch das Querprisma $d = (101)$ wahrgenommen und der Winkel, welchen diese Fläche mit der Querfläche a bildet, zu ungefähr 39° bestimmt, während die Rechnung für Olivin 38° 27′ fordert. In einem Durchschnitte parallel zur Längsfläche der negativen Krystalle wurde auch die Lage der optischen Axen parallel 001 und eine negative Mittellinie normal zur Längsfläche b constatirt, was ebenfalls dem Olivin entspricht. Die negativen Krystalle erscheinen bald leer, als Dampfporen, bald aber theilweise mit schwarzem Glase gefüllt. Ihr Durchmesser beträgt höchstens 0·02 Millimeter. Andere Einschlüsse haben keine scharfen Formen, sind rundlich und bestehen aus braunem Glase, in welchem zuweilen eine Libelle zu bemerken ist. Nur selten erscheinen Canäle, entsprechend den zuerst von G. Rose beobachteten Canälen, von rundlichem Querschnitte, welche von gelblichbrauner amorpher Masse erfüllt sind. Eckige opake Einschlüsse sind auf Magnetkies zu beziehen. In den Sprüngen der Körner zeigt sich öfters jene rothbraune Füllung wie im Augit. Wird ein reines Korn der Löthrohrflamme ausgesetzt, so erfährt es keine Schmelzung, färbt sich jedoch in der Oxydationsflamme roth. Körnchen, welche durch Magnetkies verunreinigt sind, werden durch Glühen schwarz und oft irisirend, weil das Schmelzproduct des Magnetkieses die Oberfläche überzieht. Durch Säure wird das feine Pulver zerlegt. Die mikrochemische Untersuchung, welche Herr Dr. M. Schuster ausführte, ergab in einem Falle Kieselsäure, Magnesium und Eisen, in einem anderen Falle ausser diesen auch Calcium.

Digitized by Google

Ausser diesem Gemengtheil, welcher die Eigenschaften des Olivins darbietet, enthalten die gelbgrünen bis röthlichgelben Aggregate noch Körner, welche von den vorigen etwas verschieden erscheinen. Diese Körner sind noch kleiner als die des Olivins, mit dem sie öfters verwachsen sind. Eine Isolirung derselben gelang nicht. Im durchfallenden Lichte erscheinen sie gelblich und zeigen einige Spaltlinien nach zwei Richtungen, und zwar in der einen Richtung deutlicher als in der anderen. An einzelnen Durchschnitten wurden Axenbilder wahrgenommen und wurde der Gemengtheil als optisch zweiaxig erkannt. Da solche Schnitte, welche beiderlei Spaltrisse zeigen, kein Axenbild liefern, so ist zu schliessen, dass die erste Mittellinie nicht parallel der Spaltungskante liegt. Durch Säure scheint dieser Gemengtheil aufgelöst zu werden, wenigstens wurde in dem nach Behandlung des Pulvers des Meteoriten mit Salzsäure erhaltenen Rückstande nichts davon bemerkt. Die genannten Eigenschaften lassen in diesem spärlich verbreiteten Gemengtheil eine Aehnlichkeit mit den in Chondriten wahrgenommenen Körnern, die als monticellitähnliches Silicat bezeichnet wurden, erkennen. [1])

Ausser den Silicaten ist in dem Gemenge auch Magnetkies enthalten. Im Bruche ist zwar nichts davon zu bemerken, auf polirten Schnittflächen sind jedoch bei mikroskopischer Beobachtung im auffallenden Lichte einzelne Körnchen durch den Metallglanz und die tombackbraune Färbung des Durchschnittes erkennbar. Aus dem Pulver des Meteoriten zieht der Magnet bronzefarbige Partikelchen, die einen Eisengehalt erkennen lassen, und mit verdünnter Salzsäure zusammengebracht, den Geruch nach Schwefelwasserstoff bewirken. Man kann aber nur sehr wenig Magnetkies ausziehen. Damit stimmt aber auch die Beobachtung im durchfallenden Lichte. Im Dünnschliffe sind die opaken Körnchen blos untergeordnet vertheilt. Diese sind meist eckig, haben einen Durchmesser von etwa 0·05 Millimeter und finden sich unregelmässig zwischen den Augitkörnern verbreitet. Viel kleinere Körnchen liegen auch hier und da im Augit eingeschlossen, weniger im Olivin. Das schwarze Glas, welches vorhin als Einschluss im Olivin genannt wurde, dürfte gleichfalls Magnetkies in feiner Vertheilung enthalten.

---

[1]) Die mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten, pag. 11 und Taf. XIV.

Digitized by Google

Chemische Untersuchung.

Das Pulver des Meteoriten entwickelt bei der Behandlung mit kalter verdünnter Salzsäure eine kleine Menge Schwefelwasserstoffgas und wurde beim Digeriren mit concentrirter Salzsäure zum Theile zersetzt.

Zuerst wurde eine Probe des Meteoriten einer Gesammtanalyse unterworfen. Nach dem Aufschliessen mit Natrium- und Kaliumcarbonat und Zersetzen mit Salzsäure wurden nach den bekannten Methoden Kieselsäureanhydrid, Aluminiumoxyd, die gesammte Eisenmenge als Eisenoxyd, ferner Calcium- und Magnesiumoxyd, in einem anderen Theile des Pulvers aber nach Oxydation mit Salpetersäure und Verdampfen des Ueberschusses dieser Säure die Menge des Schwefels aus dem erhaltenen Baryumsulfat bestimmt. Die Menge des Eisenoxydes ergab sich aus der Differenz, da in der Analyse einer neuen Probe nach Bestimmung des Eisens in dem durch kalte verdünnte Salzsäure extrahirten Theile und nach Bestimmung des Eisenoxyduls im Rückstande, welcher mit Flusssäure und Schwefelsäure aufgeschlossen worden, das Aequivalent beider von der Eisenoxydmenge der ersten Bestimmung in Abzug gebracht wurde.

Die Alkalien, deren Menge aber sehr gering ist, wurden in einer besonderen Probe bestimmt.

Das Ergebnis dieser Gesammtanalyse ist mit 1. bezeichnet.

Bei der ferner ausgeführten Partialanalyse wurde die nach Digeriren des feinen Pulvers mit concentrirter Salzsäure auf dem Wasserbade erhaltene Lösung von dem Rückstande getrennt, dieser sorgfältig gewaschen, sodann mit einer verdünnten Lösung von Natriumcarbonat behandelt und die jetzt erhaltene Lösung der vorigen zugefügt. Die durch Analyse des Gelösten erhaltenen Resultate, welche zugleich die früher bestimmte Schwefelmenge berücksichtigen, sind mit 2. bezeichnet.

Das Ungelöste im Betrage von 87·45 Procent wurde besonders analysirt und in einer in gleicher Weise erhaltenen Probe die Menge des Eisenoxydes aus der Differenz bestimmt. Die erhaltene Zusammensetzung des Ungelösten ist unter 3. angeführt und in der folgenden Columne das aus 2. und 3. berechnete Gesammtergebnis zusammengestellt, wobei die Bestimmungen von Schwefel und Alkalien aus der vorigen Versuchsreihe benutzt werden.

Digitized by Google

	1.	2.	3.	2. u. 3.
Kieselsäureanhydrid .	44·58	4·12	40·58	44·70
Aluminiumoxyd . . .	8·86	0·44	8·40	8·84
Eisenoxyd	1·81	—	2·36	2·36
Eisenoxydul	8·50	1·78	6·53	8·31
Magnesiumoxyd . . .	10·05	1·13	8·50	9·63
Calciumoxyd	24·51	2·55	21·25	23·80
Natriumoxyd	0·26	—	—	0·26
Kaliumoxyd	0·19	—	—	0·19
Eisen	0·81	0·81	—	0·81
Schwefel	0·45	—	—	0·45
	100·02			99·35

Rechnet man zum Aluminiumoxyd auch eine dem Eisenoxyd äquivalente Menge und versteht man unter R die gefundenen zweiwerthigen Metalle, so ergeben sich, abgesehen von Eisen und Schwefel, aus der Analyse 1. als Quotienten der erhaltenen Mengen von Silicium, Aluminium und von Metallen R durch die Atomgewichte die Zahlen

7·43 : 1·96 : 8·07.

Da die Zahl 8·07 für die Metalle R grösser ist als die dem Silicium entsprechende Zahl 7·43, so stimmt die Analyse mit der mineralogischen Beobachtung, welche ausser dem Augit mit dem Verhältnis $R\,SiO_3$ auch noch Olivin, welchem das Verhältnis $R_2\,SiO_4$ zukommt, angibt.

Das durch Säure nicht Zersetzbare ist als Augit zu betrachten, und zwar ist dieser ein Aluminiumoxyd und Eisenoxyd enthaltender Augit. Die procentische Zusammensetzung desselben berechnet sich gemäss der Analyse 3 und mit Rücksicht darauf, dass die geringen Mengen von Natrium und Kalium dem Augit angehören, wie folgt:

Kieselsäureanhydrid	46·40
Aluminiumoxyd	9·60
Eisenoxyd	2·70
Eisenoxydul	7·47
Magnesiumoxyd	9·72
Calciumoxyd	24·30
Natriumoxyd	0·30
Kaliumoxyd	0·22
	100·71

Die Quotienten für Si, Al und die Metalle R sind:

7·73 : 2·22 : 7·80

Digitized by Google

was dem Augit vollkommen entspricht, im übrigen aber ist die Zusammensetzung wegen des hohen Calciumgehaltes eine ungewöhnliche.

In einer vor längerer Zeit erschienenen Arbeit [1]) hat der Eine von uns gezeigt, dass die besten der damals bekannten Analysen aluminiumhaltiger Augite einer isomorphen Mischung von zweierlei Verbindungen entsprechen, wovon die eine die Zusammensetzung $Ca\,Mg\,Si_2\,O_6$, die andere aber die Zusammensetzung $Mg\,Al_2\,Si\,O_6$ hat, indem die analogen Eisenverbindungen mitverstanden werden. In dem hier besprochenen Augit ist für das eine Silicat allerdings auch die erstere Form anzunehmen, für das andere jedoch die Zusammensetzung $Ca\,Al_2\,Si\,O_6$ folglich in der zweiten Form Ca statt Mg einzusetzen.

Demnach wären in dem Augit des hier untersuchten Meteoriten die Verbindungen $Ca\,Mg\,Si_2\,O_6$, $Ca\,Fe\,Si_2\,O_6$, $Ca\,Al_2\,Si\,O_6$ und $Ca\,Fe_2\,Si\,O_6$ anzunehmen. Berechnet man eine Mischung dieser vier Silicate nach dem Verhältnis von 51 Procent, 25 Procent, 20 Procent und 4 Procent, so erhält man die hier angeführten Zahlen, welche mit der Analyse verglichen werden.

	Beobachtet	Berechnet
Kieselsäureanhydrid . .	46·40	46·80
Aluminiumoxyd	9·60	9·36
Eisenoxyd	2·70	2·32
Eisenoxydul	7·47	7·26
Magnesiumoxyd	9·72	9·44
Calciumoxyd	24·30	24·82
Natriumoxyd	0·30	—
Kaliumoxyd	0·22	—
	100·71	100·00

Dieser Augit entspricht sonach in seiner Zusammensetzung einer Mischung, in welcher alle enthaltenen isomorphen Silicate Calciumsilicate sind, und derselbe repräsentirt daher in seiner procentischen Zusammensetzung ein Maximum des Calciumgehaltes.

In dem durch Salzsäure in Lösung gebrachten Theil des Meteoriten wäre, abgesehen von der Eisenmenge, welche vom Magnetkies herrührt, die Zusammensetzung eines Olivins zu erwarten, doch weist der merkliche Aluminiumgehalt darauf hin, dass bei dem Digeriren des Pulvers mit concentrirter Salzsäure nicht nur der Magnetkies und Olivin, sondern auch ein Theil des Augits zersetzt worden sei.

[1]) Mineralog. Mittheilungen. Herausg. v. Tschermak. 1871, pag. 17.

Digitized by Google

Da Maskelyne bei der Untersuchung des Steines von Busti[1]) beobachtete, dass sogar der Enstatit bei der Behandlung mit Salzsäure merklich angegriffen wird und dabei ein Theil von der Zusammensetzung des Enstatits in Lösung übergeht, so liegt die Möglichkeit nahe, dass ein calciumreicher Augit durch Säure in der Wärme merklich angegriffen und zum Theile aufgelöst wird; auch ist vorher bemerkt worden, dass der aus dem vorliegenden Stein ausgelesene Augit durch Salzsäure nicht unbedeutend angegriffen werde. Eine Trennung des Olivins vom Augit war demnach auf kurzem Wege nicht zu erreichen. Wäre eine grössere Menge von Material zur Disposition, so könnte allerdings durch mehrere Versuche die Einwirkung der Säure von bestimmter Stärke auf das Pulver des Meteoriten ermittelt und die Dauer bestimmt werden, bei welcher der Augit eben merkbar angegriffen wird. Aus einem später anzuführenden Versuche ergab sich, dass bei der Behandlung des Meteoriten mit verdünnter Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur zwar die Bestandtheile des Olivins gelöst werden, jedoch kein Aluminium in Lösung übergeht. Danach liesse sich das Aluminium als Indicator für Augit benutzen. Bei der Beschränktheit des Materiales mussten jedoch zwei Versuche genügen.

Es ist nicht anzunehmen, dass bei der Einwirkung der Säure die isomorphen Bestandtheile des Augits in ungleichem Masse in Lösung übergehen, vielmehr ist nach den Erfahrungen am Enstatit, Epidot, Plagioklas u. a. vorauszusetzen, dass auch der Augit als solcher gelöst werde. Da nun bei dem unter 2 angeführten Versuche 0·44 Procent Aluminiumoxyd erhalten wurden, so ist anzunehmen, dass die entsprechende Menge Augit, nämlich 4·6 Procent gelöst wurde. Danach lässt sich berechnen, was nebst dem Augit in Lösung überging.

	Gelöst nach 2	Davon Augit	Rest des Gelösten
Kieselsäureanhydrid .	4·12	2·14	1·98
Aluminiumoxyd . .	0·44	0·44	—
Eisenoxydul	1·78	0·45	1·33
Magnesiumoxyd . .	1·13	0·45	0·68
Calciumoxyd . . .	2·55	1·12	1·43
	10·02	4·60	5·42

[1]) Proc. Royal Society. XVIII, pag. 146.

Digitized by Google

Werden also von dem durch Salzsäure Gelösten die dem Augit entsprechenden Mengen der einzelnen Stoffe in Abzug gebracht, so bleibt ein Rest, in dem die Quotienten durch die Atomgewichte für Silicium und die übrigen Metalle das Verhältnis

$$0{\cdot}33 : 0{\cdot}61$$

ergeben, welches dem für Olivin geltenden 1 : 2 nahekommt. Demnach berechnen sich 5·42 Procent Olivin, was mit der mineralogischen Beobachtung harmonirt, die eine geringe Menge des olivinartigen Gemengtheiles erkennen liess. Es ist jedoch ein calciumreicher und zugleich stark eisenhaltiger Olivin, also ein dem Monticellit ähnlicher, mit grösserem Eisengehalte, ungefähr nach dem Verhältnis

$$4\,(Ca_2\,Mg\,Fe\,Si_2\,O_8) + Mg\,Fe\,SiO_4$$

zusammengesetzt.

	Rest des Gelösten	Berechnet
Kieselsäureanhydrid . .	1·98	1·89
Eisenoxydul	1·33	1·26
Magnesiumoxyd	0·68	0·70
Calciumoxyd	1·43	1·57
	5·42	5·42

Es ist aber wahrscheinlich ein Gemenge von Monticellit und Olivin anzunehmen, umsomehr als die mikroskopische Untersuchung der gelben, durch Salzsäure zersetzbaren Körnchen einen Unterschied ergab, indem die einen eine deutlichere Spaltbarkeit wahrnehmen liessen.

Das hier durch Rechnung erhaltene Resultat, welches die Gegenwart eines calciumreichen Silicates von dem Zusammensetzungsverhältnis des Olivins angibt, wird dadurch bestätigt, dass in einer Versuchsreihe (4) nach kurzdauernder Behandlung des gepulverten Meteoriten mit verdünnter Salzsäure in der That die entsprechenden Stoffe ungefähr in jenem Verhältnis in Lösung übergingen.

	Gelöster Olivin, aus 3 berechnet	Gelöst nach Versuch 4	
Kieselsäureanhydrid	1·98	0·89	Procent
Eisenoxydul . . .	1·33	1·04	„
Magnesiumoxyd . .	0·68	0·45	„
Calciumoxyd . . .	1·43	0·77	„
Eisen	—	0·81	„

Digitized by Google

Durch verdünnte Salzsäure ist demnach nicht die ganze Menge des vorhandenen Olivins, sondern nur ungefähr die Hälfte in Lösung gebracht worden. Da die analytischen Mengen, welche den beiden Zahlenreihen entsprechen, blos 42 Milligramm und 20 Milligramm betragen, so kann zufolge des Einflusses der Versuchsfehler eine genauere Uebereinstimmung der Verhältnisse nicht erwartet werden.

Die Gemengtheile des Meteoriten berechnen sich also gemäss den unter 2 und 3 mitgetheilten Resultaten wie folgt:

	Augit	Olivin	Magnetkies	Analyse
Kieselsäureanhydrid .	42·72	1·98	—	44·70
Aluminiumoxyd . .	8·84	—	—	8·84
Eisenoxyd	2·47	—	—	2·47
Eisenoxydul . . .	6·88	1·33	—	8·21
Magnesiumoxyd . .	8·95	0·68	—	9·63
Calciumoxyd . . .	22·37	1·43	—	23·80
Natriumoxyd . . .	0·26	—	—	0·26
Kaliumoxyd . . .	0·19	—	—	0·19
Eisen	—	—	0·81	0·81
Schwefel	—	—	0·45	0·45
Procente	92·68	5·42	1·26	99·36

Wird das Resultat auf 100 berechnet, so ergibt sich für die Zusammensetzung des Meteoriten:

Augit	93·28
Olivin	5·45
Magnetkies . .	1·27
	100

Vergleichung.

Der Meteorit von Angra dos Reis hat in mineralogischer Beziehung eine Aehnlichkeit mit den Eukriten, welche meist krystallinisch sind und wesentlich aus Augit und Anorthit bestehen, geringer ist die Aehnlichkeit mit den von G. Rose als Howardite bezeichneten Steinen, welche ausser Augit und Anorthit noch Bronzit enthalten und meist ein tuffartiges Ansehen haben; mit dem Bustit endlich, welcher krystallinisch ist und Diopsid und Enstatit als

Digitized by Google

wesentliche Gemengtheile enthält, steht er nur dadurch in Beziehung, dass Diopsid und Augit zur selben Gattung gehören. Mit den übrigen eisenfreien Meteorsteinen kann der neue Meteorit nicht verglichen werden, weil in denselben der Augit gar keine Rolle spielt.

Der in dem Meteoriten von Angra untergeordnet vorkommende Olivin ist dem Eukrit fremd, scheint aber in den Howarditen gleichfalls in untergeordneter Menge aufzutreten. Der dritte Gemengtheil, der Magnetkies, ist in den Meteorsteinen überhaupt als Nebengemengtheil verbreitet.

Da die Eukrite unter den bisher bekannten Meteoriten am reichsten an Augit sind, so ist es von Interesse, die chemische Zusammensetzung derselben mit jener des neuen Meteoriten zu vergleichen, wobei die kleinen Mengen von Chromit und Magnetkies weggelassen werden.

	Juvinas	Stannern	Constantinopel	Petersburg	Shergotty	Angra dos Reis
	Rammelsberg		Ludwig	Smith	Lumpe	Ludwig
Kieselsäureanhydrid . .	48·33	48·30	48·59	49·21	50·21	44·58
Aluminiumoxyd	12·55	12·65	12·63	11·05	5·90	8·86
Eisenoxydul .	19·57	21·05	20·99	20·41	21·85	10·13[1])
Magnesiumoxyd	6·44	6·87	6·16	8·13	10·00	10·05
Calciumoxyd .	10·23	11·27	10·39	9·01	10·41	24·51
Natriumoxyd .	0·63	0·62	0·46	0·83	1·28	0·26
Kaliumoxyd .	0·12	0·23	0·16		0·57	0·19

Da die Howardite und alle übrigen Meteoriten keinen grösseren Calciumgehalt aufweisen als die Eukrite, diese aber von dem neuen Meteoriten hierin meist übertroffen werden, so ist der Meteorit von Angra der calciumreichste unter allen bekannten Meteoriten. Auch der Augit, beziehungsweise das bei der Behandlung mit Säure unzersetzt gebliebene ist in dem Stein von Angra am reichsten an Calcium, ferner ist hier der Gehalt an Aluminium viel grösser als in den bisher untersuchten Augiten der Meteorsteine.

[1]) Beide Oxyde des Eisens als FeO berechnet.

Digitized by Google

	Juvinas	Stannern	Shergotty	Busti	Angra
	Unzersetzt		Augit	Diopsid	Unzers.
	Rammelsberg		Tschermak	Maskelyne	Ludwig
Kieselsäure-anhydrid . .	52·50	48·70	52·34	55·49	46·40
Aluminiumoxyd	0·24	2·60	0·25	—	9·60
Eisenoxydul .	31·07	30·45	23·19	0·49	9·90
Magnesiumoxyd	10·06	9·77	14·29	23·33	9·72
Calciumoxyd .	5·73	8·06	10·49	19·98	24·30
Natriumoxyd .	—	0·33	—	0·55	0·30
Kaliumoxyd .	0·40	0·09	—	—	0·22

Wenn man den neuen Meteorit nach dem von G. Rose begründeten petrographischen Systeme classificirt, so wird man denselben in die Nähe des Eukrits und des Howardits stellen, doch lässt er sich in keine dieser beiden Abtheilungen bringen.

Auch lässt sich nicht die Ansicht begründen, dass derselbe einer augitreichen Partie aus eine Eukrit- oder Howarditmasse entspreche, denn im ersteren Falle würde sich der zurückgedrängte Gemengtheil, der Plagioklas bei der mikroskopischen Beobachtung wenn auch nur in Spuren zeigen, dagegen der Olivin mangeln, im zweiten Falle würden sich kleine Mengen von Bronzit oder Plagioklas oder von beiden bemerkbar machen, was alles nicht wahrgenommen wurde. Ferner ist der Augit des neuen Meteoriten von allen jenen, welche im Eukrit oder Howardit beobachtet wurden, schon in physikalischer Beziehung verschieden. Das Gefüge des neuen Meteoriten ist übrigens von jener Gleichförmigkeit, welche einer selbstständigen Felsart zukommt.

Der neue Meteorit ist demnach als Repräsentant einer bisher nicht bekannt gewesenen Meteoritenart zu betrachten, für welche sich der Name Angrit empfiehlt.

Anhang.

Analytische Belege.

1. *a)* 1·0681 Gramm des Meteoriten von Angra lieferten 0·4761 Gramm Kieselsäureanhydrid, 0·0947 Aluminiumoxyd, 0·1326 Eisenoxyd, 0·2618 Calciumoxyd, 0·2981 Magnesiumpyrophosphat;
b) 0·4925 Gramm des Meteoriten gaben 0·0163 Gramm Baryumsulfat;

Digitized by Google

c) 0·5074 Gramm des Meteoriten, mit verdünnter Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur behandelt, gaben 0·0059 Eisenoxyd, der nicht angegriffene Theil mit Flusssäure und Schwefelsäure aufgeschlossen, verbrauchte 6·15 *CC* Chamäleon à 0·00701 Eisenoxydul;

d) 0·6196 Gramm des Meteoriten gaben 0·005 Kalium- und Natriumchlorid und 0·0063 Kaliumplatinchlorid.

2. *a)* 0·7775 Gramm des Meteoriten lieferten nach Behandlung mit Salzsäure im Wasserbade eine Lösung, aus welcher 0·032 Kieselsäureanhydrid, 0·0034 Aluminiumoxyd, 0·0244 Eisenoxyd, 0·0198 Calciumoxyd und 0·0242 Magnesiumsalz erhalten wurden.

3. *a)* Das nach vorigem Versuche ungelöste von 0·6799 oder 87·45 Procent des ursprünglichen Gewichtes gab 0·3155 Kieselsäureanhydrid, 0·0653 Aluminiumoxyd, 0·0747 Eisenoxyd, 0·1652 Calciumoxyd, 0·1835 Magnesiumsalz;

b) 0·612 Gramm Substanz auf gleiche Art wie in 2. behandelt, lieferten im gelösten Antheil 0·025 Eisenoxyd und in dem Ungelösten nach dem Aufschliessen mit Flusssäure und Schwefelsäure 0·0344 Eisenoxydul.

4. 0·5074 Gramm Substanz mit Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur ausgezogen, lieferten 0·0045 Kieselsäureanhydrid, 0·0118 Eisenoxyd, 0·0039 Calciumoxyd, 0·0064 Magnesiumsalz.

Digitized by Google

XIII. Beiträge zur Kenntnis der Noseanführenden Auswürflinge des Laacher Sees.

Von **Lucius L. Hubbard** aus Cambridge, Mass.

(Mit Tafel V, VI, VII und 4 Abbildungen im Texte.)

Einleitung.

Seit den Zwanziger-Jahren haben die vulcanischen Gesteine aus der Gegend des Laacher Sees das Interesse und die Aufmerksamkeit der Geologen mehrfach auf sich gezogen. In der wissenschaftlichen Literatur liegt eine Reihe Beschreibungen von einzelnen dieser Gesteine und der in denselben vorkommenden Minerale vor. Umfassender und eingehender behandeln diesen Gegenstand die Arbeiten von v. Dechen, vom Rath, Laspeyres und Wolf. Herrn vom Rath in erster Linie verdanken wir unsere Kenntnisse vieler der Krystalle, vorzugsweise der selteneren, welche die Drusen der sogenannten Laacher Auswürflinge bekleiden und diesen Gesteinen einen Platz neben den zierlichsten Schöpfungen der Mineralwelt einräumen. Die obengenannten Arbeiten, soweit sie petrographisch sind, stützen sich jedoch zum grössten Theil auf makroskopische Beobachtungen, oder wenn sie mit Hilfe des Mikroskopes ausgeführt waren, stammen sie doch aus einer Zeit, da diese Untersuchungsmethode noch in ihrer Entstehung oder ersten Entwicklung war, und dabei ist nach der Natur der Sache vieles unaufgeklärt geblieben. Daher erschien es wünschenswerth, diese Gesteine einer wiederholten und genaueren mikroskopischen Prüfung zu unterziehen, nicht nur um deren Mineral-Bestandtheile und die verschiedenen Combinationen derselben genauer festzustellen, sondern auch um die Einwirkung der Hitze auf diese Bestandtheile klar zu legen, und womöglich etwas Licht über die Entstehung dieser räthselhaften Dinge zu verbreiten.

Das Material zur folgenden Arbeit, welche sich lediglich auf die Noseanführenden[1]) Auswürflinge beschränkt, lieferten mehrere

[1]) Die Urgesteine und Schiefer unter den Auswürflingen sind neuerdings von Herrn Dittmar untersucht und beschrieben worden. Die Arbeit wird nächstens erscheinen.

Digitized by Google

hundert Gesteinsstücke, welche ich bei Gelegenheit einiger dreissig Besuche am Laacher See in den Jahren 1884 und 1885 sammelte, ergänzt durch Stufen des Poppelsdorfer Museums und der Reiter'schen Sammlung zu Neuwied. Die Schliffe wurden von den Herren Voigt und Hochgesang in Göttingen angefertigt.

Die Laacher Auswürflinge werden in vier Classen eingetheilt:

1. Altkrystallinische und Schiefer-Gesteine, Bruchstücke der älteren, in der Tiefe anstehenden Gebirgsmassen.

2. Sanidinite, welche ganz oder zum grössten Theil aus Sanidin bestehen.

3. Der von Herrn v. Dechen so genannte Laacher Trachyt, und

4. Basaltbomben.

Die Grenze zwischen den Sanidiniten und dem Laacher Trachyt, und zwischen diesem und den Basaltbomben ist, wie wir später sehen werden, keine scharfe, doch hat jede dieser drei Gesteinsarten, wenn wir von deren Uebergangsstufen absehen, einen so ausgeprägten Typus, dass wir nichts Besseres thun können als diese Namen beizubehalten.

Die Sanidinit- und Laacher Trachyt-Auswürflinge kommen in allen Grössen bis zu zwei Fuss im Durchmesser, in runden, ovalen bis eckigen Massen vor. Die Schiefer sind meistens eckig, oder sie zeigen, wie die altkrystallinischen Gesteine, mehr oder weniger abgerundete Ecken und Kanten; die Basaltbomben sind gewöhnlich rundlich und ziemlich glatt.

Die Farbe der Sanidinite ist in der Regel eine helle. Diese Gesteine haben eine ziemlich dichte bis lockere Structur und eine fein- bis grobkörnige Beschaffenheit, welche oft an demselben Stück wechselt. Sie sind meistens ohne irgend eine Grundmasse, bestehen zum grössten Theil aus Sanidin, oder Sanidin und Nosean, und führen als accessorische Gemengtheile Plagioklas, Magneteisen, Glimmer, Titanit, Zirkon, Nephelin, Skapolith, Melanit, Orthit und andere seltene Minerale. Sie stehen in chemischer Hinsicht dem gewöhnlichen Trachyt nahe.

In den Poren der lockeren Sanidinite und in kugeligen oder langröhrenförmigen Drusen sitzen die zierlichen Krystalle von Magneteisen, Titanit, Nosean, Hornblende, Glimmer, Orthit, Apatit u. s. w., welche diese Gesteine so berühmt gemacht haben.

Die Laacher Trachyte sind hell- bis dunkelgrau, ja manchmal fast schwarz, und obgleich zum Theil sehr dicht und schwer, häufiger

Digitized by Google

sehr porös; sie erinnern dann lebhaft an die Beschaffenheit des Bimsteins. Chemisch stehen sie zwischen dem Trachyt und dem Basalt [1]), doch führen sie in einer lavaartigen Grundmasse grössere Krystalle von Sanidin, Plagioklas, Augit, Glimmer, Olivin, Titanit, Magneteisen, Hornblende und Zirkon.

Eine andere Gesteinsart, welche den Sanidiniten angereiht wird, ist ziemlich dicht und besitzt eine schieferähnliche oder gneissartig gebänderte Structur, ja es zeigt sich manchmal in einer hellen Partie eine sehr deutlich ellipsoidische Aggregation verschiedener dunklerer Minerale in einer Serie von Bändern, welche die Form eines Auges bilden.

Die Auswürflinge der Sanidinite sowohl als auch der älteren Gesteine sind häufig von einer dunklen Hülle von Laacher Trachyt umgeben, welche sich ziemlich leicht von dem Kern abheben lässt. Hingegen erscheint manchmal der Sanidinit als kleiner Einschluss in einer bedeutenden Trachytmasse, und seltener scheint ein allmähliger Uebergang von dem einen in das andere Gestein vorzuliegen.

Solches sind, in Kürze beschrieben, die makroskopischen Eigenschaften der gewöhnlichen Laacher Auswürflinge, damit will ich aber keineswegs diesen Theil meines Themas erschöpft haben. Eine genauere Beschreibung aller am Laacher See vorkommenden Gesteine, wäre dieselbe überhaupt möglich, würde weit über die Grenze der von mir vorgenommenen Arbeit hinausreichen und dabei auch zu

---

[1]) Die von Wolf angeführte Analyse vom Laacher Trachyt ergab:

SiO_2	54·39
Al_2O_3	18·48
Fe_2O_3	3·91
FeO	2·54
MnO	1·24
CaO	3·99
MgO	1·03
K_2O	6·06
Na_2O	6·49
SO_4H_2	0·71
Cl	0·06
P_2O_5	0·20
Glühverlust	1·14
	100·24

Zeitschrift d. D. G. G. XX, pag. 68.

Digitized by Google

keinem praktischen Resultate führen. Auch ist dies um so weniger erforderlich, da wir in der Arbeit von Wolf eine sehr eingehende Beschreibung dieser Gesteine haben, und diesem Forscher stand eine Sammlung, welche wohl ihres Gleichen sucht, zur Verfügung.

Dass unter den Auswürflingen Urgesteine vorkommen, ist keine neue Beobachtung. Schon Sandberger[1]) hatte im Jahre 1845 von Gneiss und anderen altkrystallinischen Gesteinsstücken aus der Laacher Gegend gesprochen, aber trotzdem herrschten unter den Geologen bis in die neueste Zeit die verschiedensten Ansichten über die Identität dieser Gesteine mit den Urgesteinen. Ueberhaupt schwankten die Meinungen bezüglich der Entstehung und Bildungsweise der Auswürflinge im allgemeinen hin und her. Eine dieser Ansichten ging dahin, dass die Sanidin-führenden Auswürflinge bei der Explosion, welche sie an die Erdoberfläche gefördert, sich durch Erkaltung geschmolzener oder zähflüssiger Mineralmassen gebildet hätten. Dieser Vermuthung gegenüber hat die Hypothese mehr Anerkennung gefunden, dass das Gestein der Auswürflinge schon zur Zeit des Ausbruches in der Tiefe anstehend war; über die Bildungsweise dieses Gesteines aber gingen die Ansichten wieder auseinander. Einige Forscher führten dieselbe auf ein feuerflüssiges Magma zurück, welches an seiner Oberfläche erstarrte, durch die Explosion der vulcanischen Gase losgerissen und an die Erdoberfläche herausgeschleudert wurde. Diese Annahme hat in Laspeyres[2]) ihren Hauptvertheidiger gefunden. Laspeyres leugnet zwar nicht, dass Granit und Gneiss unter den Laacher Auswürflingen vorkommen, er stellt aber viele gneiss- und schieferähnliche Auswürflinge zu den Sanidiniten, als Modificationen derselben, an denen die „schichtweise lamellare Anordnung der Gemengmineralien“ einer „schichtenweise polaren Attraction der gleichen Gemengmineralien“ zu verdanken sei. Den Laacher Trachyt betrachtet er als aus einem tiefer liegenden Theile des Sanidin-Magmas hervorgehend; Sanidinite und Trachyt sind also blos verschiedene Ausbildungsstadien ein und desselben Magmas. Als Gegner dieser Theorie tritt Wolf[3]) mit der Ansicht auf: „Die Sanidin-Auswürflinge stammen von zertrümmerten, das Urgebirge durchsetzenden Sanidingängen her, welche sich durch

[1]) Neues Jahrb. für Min. 1845, pag. 140.

[2]) Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. XVIII, pag. 311, 1866.

[3]) Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. XX, pag. 54, 1868.

Digitized by Google

heisse, mit verschiedenen Substanzen beladene Gewässer gebildet haben". Die altkrystallinischen Auswürflinge erkennt er als solche an, und hält den Laacher Trachyt für ein Mischungsproduct trachytischer und basaltischer Massen, indem er viele Uebergänge von dem einen zum andern nachweist. Einige der Gründe, welche Wolf zur Bekämpfung anderer Theorien anführt, sind, kurzgefasst, folgende: Das Fehlen von Olivin in den Sanidiniten und sein häufiges Auftreten im Laacher Trachyt, sowie das Auftreten von Zirkon, Nosean, Kalkspath, Orthit u. s. w. in ersteren und das Fehlen dieser Minerale im Trachyt sprechen gegen die Annahme eines gemeinsamen Magmas dieser beiden Gesteine. Auch sei es nicht wahrscheinlich, dass in demselben vulcanischen Herde ein Ausbruch trachytischer Natur einem solchen basaltischer Gesteine folgte. Die unregelmässige, eckige, röhrenförmige Form der Spalten, Drusen und Hohlräume in den Sanidiniten und das Fehlen einer Uebereinstimmung derselben in ihrer Richtung sprechen auch gegen eine Gasentwicklung als Ursache derselben. Dass Gänge von Sanidin durch „Schieferconcretionen" kreuz und quer laufen, stehe im Widerspruche zur polaren Attraction. Dann fährt Wolf weiter fort, seine eigene Theorie zu begründen. Er geht von dem nach Beseitigung der anderen schon besprochenen Theorien allein möglichen Grundsatze aus, dass die Sanidinite ein zur Zeit der vulcanischen Eruption in der Tiefe schon anstehendes Gestein bildeten, eine Theorie, welche schon von Sandberger und anderen hervorragenden Forschern angenommen wurde. Die Sanidinite, sagt Wolf, dürfen wir nicht als einen gewöhnlichen Trachytstock betrachten, einmal wegen der seltenen Minerale, die sie enthalten, welche dem Trachyt nicht zukommen, und ferner weil sie nicht gleichmässig beschaffen sind, und weil die Contacterscheinungen zwischen diesen und dem Nebengestein dagegen sprechen. Gemäss Analogie der Bildung der Contactminerale durch Einwirkung heisser Gewässer an verschiedenen Punkten auf der Erde nimmt Wolf eine ähnliche Entstehung für die Laacher Sanidinite an, wie sie z. B. für gewisse Granitgänge im Granit gilt, die fremde Minerale führen, Bänder bilden, und eine symmetrische Anordnung zeigen. Die Natur vieler der in den Auswürflingen vorkommenden Minerale lässt, nach Wolf, eine rein feurige Entstehung nicht zu, während auf der anderen Seite nichts ihrer Entstehung durch heisse Gewässer widerstreite. Nur auf solche Weise könne er sich die Bildung von

Digitized by Google

Kalkspath mit eingewachsenem Zirkon, Sanidin und Nosean erklären. Wolf behauptet, dass der Nosean und die leichtschmelzbaren Minerale niemals im Laacher Trachyt vorkommen, dass in der trachytischen Varietät Hauyn und Olivin niemals vermisst werden, und dass diese, wie überhaupt alle eingesprengten Minerale, körnig zerklüftet sind.

Im übrigen muss ich des näheren auf die Arbeit von Wolf selbst verweisen. Die Ansichten und Schlussfolgerungen dieses Forschers, obgleich meines Erachtens zuweilen inconsequent, bekunden die intimste Bekanntschaft mit den Laacher Mineralen und legen für eine meisterhafte Beobachtungs-Fähigkeit Zeugnis ab. Dass er aber eine schärfere Trennung der einzelnen Minerale mit Bezug auf die Zeit und Art ihrer Entstehung nicht gemacht hat, lässt gewissermassen unsere Vorstellungen über diese Gebilde noch im Dunklen. Vermöge mikroskopischer Beobachtungen werden wir, wie ich hoffe, besser im Stande sein, diese Trennung zu versuchen und vielleicht einen etwas vollständigeren Einblick in die unterirdischen Processe gewinnen können. Da das Material, welches mir bei meinen Untersuchungen zu Gebote stand, in vielen Beziehungen mangelhaft war, werde ich in einigen Fällen Abstand nehmen müssen, ein festes Urtheil auszusprechen. Die Unzugänglichkeit der Laacher Sammlung bedaure ich um so mehr, da die Arbeit Wolf's einige Gegenstände behandelt, welche ich aus angeführtem Grunde fast mit Stillschweigen zu übergehen gezwungen bin.

Hauyn, Nosean.

Obgleich im allgemeinen eine ausgesprochene blaue Farbe den Hauyn von dem Nosean unterscheiden lässt, so ist doch diese Beschaffenheit nicht in allen Fällen ein sicheres Unterscheidungsmittel, da sowohl helle als dunkle Krystalle beider Minerale vorkommen. Auch ist in chemischer Hinsicht die Grenze zwischen Hauyn und Nosean mehr conventionell als reell, was aus einer Bemerkung Rammelsberg's zu entnehmen ist. Nach diesem Forscher sind Hauyn und Nosean isomorphe Mischungen von

$$\left\{\begin{array}{l} m\,(Na_2\,SO_4 + n\,Na_2\,Al_2\,Si_2\,O_8) \\ \quad (Ca\;\;SO_4 + n\,Ca\;\;Al_2\,Si_2\,O_8) \end{array}\right\}$$

und in einer Reihe von ihm angeführter Analysen — welche von Whitney, vom Rath und Anderen gemacht sind — wechselt das

Digitized by Google

Atomverhältnis *Na* : *Ca* zwischen 35 bis 3·5 für Nosean und 4 bis 1·2 für Hauyn. „Und wenn die Noseane Nr. 7 und 8“ (von v. Rath) „Hauyn genannt werden, so ist *m* beim Nosean = 35 bis 8; und der kalkreichste Nosean enthält dann noch immer doppelt so viel der *Na*-Verbindung, als der kalkärmste Hauyn.“ [1]) Da bisher ein Natron-freies Endglied dieser Reihe nicht beobachtet wurde, so erscheint es gerechtfertigt, diese beiden Minerale zusammen zu behandeln und die Noseane einfach als die natronreichen Glieder der Hauynreihe von dem kalkreichen Hauyn zu unterscheiden, wie es Rosenbusch thut.[2]) Aus oben Gesagtem ist es klar, dass in manchen Fällen eine scharfe Trennung zwischen Nosean und Hauyn ohne Analyse unmöglich ist. Indessen weil andere makroskopische Unterscheidungsmittel ausser der Farbe vorläufig fehlen, werde ich auf den folgenden Seiten alle von mir beschriebenen Vorkommnisse dieser Reihe Nosean nennen, deren Farbe nicht blau ist, während ich den Namen Hauyn auf die mehr oder weniger blauen Krystalle beschränken werde.

Unter den sogenannten Sanidiniten des Laacher Sees gibt es eigentlich verhältnismässig wenige, welche nicht Nosean-führend sind. Der Nosean ist daher, der Menge nach, wohl als eines der am häufigsten auftretenden Minerale der Auswürflinge zu betrachten. Er kommt schön krystallisirt, in Drusen aufgewachsen vor, und zwar gewöhnlich in der Form des Rhombendodekaëders ∞O (110), oder in der Combination ∞O (110) und $\infty O \infty$ (100). Eine an ihm häufig beobachtete Zwillingsform ist dieselbe, welche am Sodalith vom Vesuv so häufig vorkommt und von vom Rath[3]) beschrieben wurde. Zwei Individuen — etweder ∞O (110) oder ∞O (110) und $\infty O \infty$ (100), mehrfach noch mit $2O2$ (211) — „stellen hexagonale Prismen dar mit stumpf rhomboëdrischer Endigung, aus deren Rhomboëderflächen des einen Individuums die Kanten des anderen hervorbrechen. Bei dieser Verwachsung ist eine Oktaëderfläche (jene, welche die durch sechs aus- und sechs einspringende Kanten gebildete Endecke der Gruppe abstumpfen würde) Zwillingsebene; doch nicht mit dieser sind die Individuen verwachsen (wie beim Spinellzwilling), sondern sie haben sich vielmehr durchdrungen“.

[1]) Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie. Ergänzungsheft 1886, pag. 130.

[2]) Rosenbusch, Physiographie. 1885, pag. 285.

[3]) Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. XVIII, 1866, pag. 550.

Digitized by Google

Diese Zwillinge sind wasserklar bis undurchsichtig und erreichen manchmal eine Grösse von über 2 Centimetern. Der Hauyn wird seltener in schönen Krystallen angetroffen, dann aber gewöhnlich in der Form ∞O. Einmal sah ich ihn in der obgenannten Zwillingsform und in meiner Sammlung habe ich ein einfaches Kryställchen, das die Combination $\infty O(110)$, $\infty O\infty(100)$ und $2O2(211)$ zeigt. Weit häufiger trifft man körnigen Nosean, entweder mit Sanidin und anderen Mineralen verwachsen, oder allein in aderähnlichen, mehrere Zoll breiten Partien, wobei an den emporragenden Körnern die Form des Rhombendodekaëders leicht erkennbar ist, dann auch noch in scheinbar derben und wie Glas aussehenden Partien, an welchen jedoch die darin befindlichen Einschlüsse die Krystallstructur in der Regel unter dem Mikroskop erkennen lassen. Dem Nosean, sowie dem Hauyn kommt ein sehr charakteristischer Fettglanz zu, der ihn in diesen Gesteinen leicht erkennen lässt, sowohl auf seinen natürlichen Flächen, als auf muscheligen Bruchflächen. Die rhombendodekaëdrische Spaltbarkeit dieser beiden Minerale, obgleich makroskopisch meist sehr deutlich, ist in Dünnschliffen der Auswürflinge selten wahrnehmbar, wohl aber habe ich dieselbe am Nosean in Dünnschliffen des Riedener Gesteins mehrfach beobachtet.

Die Farbe ist eine verschiedene; sie ist sowohl in den körnigen als in den wohl ausgebildeten Nosean-Krystallen hell- bis dunkelgrau, bläulich oder braun, nach Wolf auch noch röthlich, fleischroth, grünlich und schwarz, beim Hauyn „blau, grünlichblau, hellgrün bis wasserhell". Die Farbe ist nicht nur an verschiedenen Nosean-Krystallen eine mannigfaltige, sondern an demselben Krystalle treten mehrere Farbenzonen auf. Solche verschiedenfarbige Noseane kommen in den Auswürflingen nicht selten vor. Manchmal ist der Kern dunkel und der Rand hell, manchmal umgekehrt. Wolf erwähnt einen Krystall, eine Zwillingssäule, welcher unten eine fleischrothe Zone hatte, darauf folgte eine graue, dann eine grünliche, endlich eine wasserhelle. „Es kommt mitunter vor," bemerkt er[1]), „dass in einem und demselben Stück der eingewachsene Nosean anders gefärbt ist, als der in Hohlräumen aufgewachsene. Auch dieser Umstand scheint auf geringe Unterschiede in der chemischen Mischung und auf eine verschiedene Bildungszeit hinzuweisen." Nach diesem Gedankengange ist es aber nicht „schwerer zu erklären,

[1]) Zeitschr. d. D. G. G. XX, 1868, pag. 9.

Digitized by Google

wenn in seltenen Fällen Nosean von verschiedener Färbung nur eingewachsen nebeneinander liegt," denn können wir uns die Möglichkeit vorstellen, dass durch successive Bildungen verschieden gefärbte und zusammengesetzte Zonen sich an demselben Krystall finden, dass mit anderen Worten es Perioden gegeben hat, in denen der Nosean in seinem Fortwachsen still gestanden hat, oder dass mehr oder weniger bedeutende Veränderungen in der chemischen Mischung des ihn bildenden Stoffes eingetreten sind, so können wir uns auch den Fall leicht vorstellen, dass ein Krystall von einer besonderen Mischung neben einem früher gebildeten und anders constituirten sich bilden konnte. Bemerkenswerth ist, dass sich in allen Auswürflingen blaue und nicht blaue Krystalle gegenseitig auszuschliessen scheinen; wo ein blauer liegt, wird man in unmittelbarer Nähe keinen farblosen antreffen. Die blauen Krystalle und Körner der Hauynreihe treten fast ausschliesslich in stark angeschmolzenen und verschlackten oder mit einer Hülle von Laacher Trachyt versehenen Gesteinen auf, in solchen also, die von einer starken vulcanischen Hitze zu leiden hatten. Auch kommen nicht blaue Körner dieser Reihe in solchen verschlackten Bomben vor. In dergleichen Auswürflingen finden wir diese Minerale mit abgerundeten Kanten, ja sogar häufig von einem wahren geflossenen Aussehen. In dem Laacher Trachyt dagegen kommen mikroskopisch farblose kugelrunde Körner, und, jedoch wohl nie dicht nebeneinander, kleine offenbar zertrümmerte Fragmente vor, welche an den Rändern und längs Spaltrissen blaugefärbt sind. Nur in ganz winzigen Leistchen erscheinen sie selbst in Dünnschliffen durch und durch blau. Eine unter dem Mikroskope farblose Beschaffenheit dieser Minerale ist jedoch für ihre makroskopische Farblosigkeit nicht immer massgebend, denn tief blaue Hauyne erscheinen oft im Dünnschliffe ganz farblos.

Resorptionserscheinungen, wie sie am Nosean einiger Phonolithe vorkommen und welche auf die Einwirkung eines Magmas auf schon gebildete Krystalle hindeuten würden, habe ich am Hauyn und Nosean der Auswürflinge nicht beobachtet.

Unter dem Mikroskope zeichnet sich der Nosean manchmal durch eine Trübung (wolkige Beschaffenheit) aus, die, wie man bei starker Vergrösserung erkennt, von zahlreichen winzigen Gasblasen herrührt. Diese sind entweder durch die ganze Masse regellos

Digitized by Google

vertheilt, oder sie erstrecken sich in nahezu geraden Linien durch dieselbe, oder sie erscheinen zonenweise den Flächen einer Form des regulären Systems parallel. Selten stellen sie den Umriss eines Oktaëders oder Würfels dar, gewöhnlich aber den des Rhombendodekaëders. Diese Zonen wechseln mit blasenfreien Zonen oder grenzen scharf gegen solche ab, welche weniger dicht aneinanderliegende Gasblasen enthalten. Am Krystallrande sind die Zonen weniger blasenreich, ja öfters ist die übrige Krystallmasse von einer ganz klaren und blasenfreien Zone umschlossen. An manchen Krystalldurchschnitten sieht man Reihen solcher Zonen, von denen einige fremde Einschlüsse enthalten. Die ebengenannten Randzonen sind fast ausnahmslos auch von anderen Einschlüssen ganz frei und klar, und hierin zeigen sich diese Vorkommnisse ganz verschieden von den in den Gesteinen von Rieden und von Olbrück vorkommenden Noseanen, welche fast durchgängig einen schmalen schwarzen Saum haben. Letztere sind von v. Rath[1]) und Zirkel[2]) beschrieben worden.

Ein solcher Zonenwechsel tritt deutlich in einem Schliffe hervor, in dem mehrere Streifen im Innern des Krystalls die Contour des Rhombendodekaëders zeigen, während der äussere Streifen noch eine abstumpfende Fläche aufweist und der Krystall in einer Richtung fortgewachsen ist (Tafel V, Fig. 1).

In Gesteinen, welche eine mit zerbrochenen Feldspathen gemischte glasige Grundmasse haben, kommt auch der farblose Nosean mit Spuren der charakteristischen, noch zu besprechenden Einschlüsse vor. Er hat hier seine Krystallform gänzlich eingebüsst.

Ausser durch die Gasblasen und spärliche Flüssigkeitseinschlüsse wird der Nosean[3]) sehr häufig durch metallglänzende Einschlüsse charakterisirt, welche ein Netzwerk schwarzer Kryställchen darstellen. Theils sind diese lang, schmal, nadelförmig, mit gut ausgebildeten (wie nebenstehend Fig. 1) oder abgerundeten Enden (Fig. 2), theils sind es grössere, breite, vier- und sechsseitige Durchschnitte. Letztere hat man wohl für Eisenglanz gehalten, aber nach meinen Beobachtungen möchte ich die Richtigkeit dieser

Fig. 1. Fig. 2.

[1]) Zeitschr. d. D. G. G. XII, pag. 29.

[2]) Die mikroskop. Beschaffenheit der Min. und Gest. 1873, pag. 156.

[3]) Die Zahl der von mir untersuchten blauen Hauyne ist zu gering, als dass ich diese Bemerkung auch für den Hauyn vorläufig verallgemeinern wollte, jedoch schienen letztere öfters ohne solche Einschlüsse.

Digitized by Google

Ansicht bezweifeln, und obgleich bestimmte Beweise nicht vorhanden sind, neige ich der Ansicht zu, dass sie alle Magnetite sind, theils Oktaëder, zum grössten Theile aber Rhombendodekaëder.

Die manchmal für Eisenglanz gehaltenen Täfelchen sind bedeutend breiter, als die stets als Magnetite gedeuteten Stäbchen. Die Stäbchen haben eine Breite von nur 0·0025 Millimeter, während die Täfelchen 0·03 Millimeter betragen. Es kommen Fälle vor, wo Stäbchen und Täfelchen dicht beisammen liegen, und alsdann die Stäbchen nicht länger werden, als die Täfelchen breit sind, so dass in solchen Fällen es den Anschein hat, dass die Stäbchen die Querschnitte der Täfelchen sind.

Unter den Täfelchen sah ich in meinen Schliffen auch vereinzelte vierseitige Durchschnitte. Dass bei weitem die meisten Schnitte dieser Einschlüsse sechsseitig sind, spricht keineswegs für Eisenglanz, denn eben so gut als auf eine Form des hexagonalen Systems lassen sich diese auf die des Rhombendodekaëders zurückführen, und in dieser letzten Form kommt der Nosean selbst überaus häufig vor; die sechsseitigen Einschlüsse hätten etwa die Form des Wirthes. Wenn Schnitte von Eisenglanztäfelchen vorlägen, würden wir doch erwarten, im Falle wir sie nicht alle als Zwillinge annehmen wollen, auch andere Endigungen wahrzunehmen, nämlich solche, die von der Basis und einer querliegenden Fläche zugespitzt wären. Solche Schnitte habe ich vergebens gesucht. Ein weiterer Umstand, der für diese Ansicht, dass Magnetit vorliege, spricht, und den ich betonen möchte, liegt in dem sonst gänzlichen Fehlen des Eisenglanzes in den Nosean-führenden Auswürflingen (sofern er nicht in Bruchstücken älterer gesteinsbildender Minerale, wie z. B. im Korund, in diesen Gesteinen sporadisch auftritt). Das Fehlen dieser sechsseitigen Täfelchen in den Nosean-führenden Gesteinen ausserhalb des Noseans ist auch von Zirkel[1]) bemerkt worden. Indessen kommen doch solche zuweilen in den Auswürflingen unter den Magnetitausscheidungen im Glimmer vor, sind aber auch hier nicht als Eisenglanz nachzuweisen.

Im Gegensatze zu dem Nosean der Auswürflinge ist der Nosean von Rieden und von Olbrück, wovon ich verschiedene Präparate untersucht habe, an diesen Einschlüssen ziemlich arm.

---

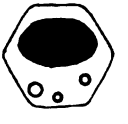
[1]) l. c. pag. 158.

Digitized by Google

Diese Interpositionen haben in den meisten Nosean-Auswürflingen eine Veränderung erlitten. Wir finden sowohl die nadelförmigen als die blätterigen Krystalle, manchmal ganz, manchmal nur zum Theil zu gelben, selten zu rothen Producten umgewandelt, welche keinen Metallglanz mehr besitzen. In diesen Einschlüssen liegen die gelben Partien entweder ganz auf einer Seite des Krystalls oder sie treten an verschiedenen Stellen in der schwarzen Masse desselben unregelmässig und vereinzelt auf, so dass ihr Auftreten wahrscheinlich nicht von der verschiedenen Dicke des Schliffes herrührt. Ein solches Kryställchen hat die Form des Oktaëders, Fig. 3, und in demselben sind zwei runde gelbe Stellen an gegenüberliegenden Seiten des Schnittes. Die ursprüngliche Contour dieser Krystalle ist manchmal scharf und unversehrt geblieben, häufiger aber sind ihre Kanten abgerundet, ja bisweilen finden wir ganz runde gelbe Pünktchen. In mehreren Schliffen von Gesteinen, die scheinbar einer intensiven Hitze ausgesetzt waren, sah ich solche Einschlüsse im Nosean, in denen die sechsseitige Contour des Einschlusses noch deutlich vorhanden war. Ein Theil — häufig bis über die Hälfte — seines ursprünglichen Raumes war von einem abgerundeten schwarzen Rest erfüllt, während in der anderen farblosen bis bläulichen Hälfte zwei oder mehr Gasblasen sich befanden (Fig. 4). Derartige Erscheinungen unter den Noseaneinschlüssen wurden von Zirkel[1]) beschrieben und sind keineswegs selten. Der von dem schwarzen Reste nicht eingenommene Theil ist klar, und begrenzt sich gegen die umliegende Noseanmasse mit einem sehr schmalen Saume, ist also höchst wahrscheinlich Glas. Andere Contouren sind noch vorhanden, in denen nur noch ganz winzige dunkle Pünktchen übrig geblieben sind, welche am inneren Saume ansitzen, auch noch andere mit einer dunkelgrünen Schmelze im Innern, wahrscheinlich Reste von anderen Einschlüssen Die sechsseitigen Contouren fallen bis zu den kleinsten Dimensionen ab.

Fig. 3.

Fig. 4.



Wir finden also einerseits die gleichen, scharf krystallographisch begrenzten Partien erfüllt, erstens mit der schwarzen wohl als Magnetit zu deutenden Substanz, zweitens mit einer farblosen, vielleicht als Glas aufzufassenden Masse und drittens mit diesen beiden Substanzen

[1]) Die mikrosk. Beschaffenheit der Min. und Gest. 1873, pag. 159.

Digitized by Google

nebeneinander. Ob das vermuthliche Glas aus den frischen schwarzen Einschlüssen hervorgegangen, oder ob diese aus dem Glas entstanden, ist nicht nachzuweisen. Bemerkenswerth ist, dass die gelben und rothen Einschlüsse hauptsächlich in solchen Bomben vorkommen, die Spuren der Wirkung einer grossen Hitze zeigen. Die gelbe bis rothe Färbung dieser Einschlüsse verbreitet sich zuweilen über die Grenze der Einschlüsse hinaus, besonders dann, wenn secundäre Risse den Nosean durchsetzen.

Dass sowohl die grösseren als auch die kleineren Einschlüsse, die sechsseitigen sowohl als auch die vierseitigen dieselbe gelbe Zersetzung aufweisen, könnte noch auf ihre Zusammengehörigkeit deuten. Dass diese Einschlüsse sich secundär hier auf den Spaltflächen haben ansetzen können, ist aus ihrer gewöhnlich zonalen regelmässigen Anordnung unwahrscheinlich. Dass sie alle bei der Bildung des Noseans entstanden sind, scheint mir unzweifelhaft zu sein.

Die obenerwähnten nadelförmigen Einschlüsse liegen zwar zuweilen ordnungslos in einem Krystall zerstreut, häufiger aber sind sie parallel geordnet und erscheinen im Dünnschliff so, als ob sie sich unter 90°, beziehungsweise 60° schnitten, d. h. sie dürften parallel den oktaëdrischen Axen liegen.[1]) Sie erfüllen manchmal den ganzen Krystallraum bis nahe an seine Ränder, manchmal jedoch nur seinen Kern, oder sie treten in unregelmässig begrenzten Gruppen in verschiedenen Theilen eines und desselben Kornes oder auch parallel dessen Krystallflächen auf und sind mit den Gasblasen vergesellschaftet, oder sie wechseln in Zonen mit diesen ab. In diesen Auswürflingen scheint der Nosean selten noch in ziemlich frischem Zustande erhalten, häufiger trägt er deutliche Spuren einer Anschmelzung, indem eine Kette von dunkelgrünen, opaken, schaumigen Schmelzpartien ihn umsäumt. Wo die Hitze eine sehr intensive war, sind auch Theile des Noseans — selbst mitten in einem Krystalle — zu einem klaren grünen Glas geworden, ja es kommen Krystalldurchschnitte vor, deren Contouren noch frisch sind, während deren Mitte hohl und mit Schlacke bedeckt ist. Der Nosean ist zuweilen auch scheinbar ganz in Glas umgewandelt, und in solchen Fällen ist es oft schwer, seine Identität festzustellen. Zonale Anordnung der Gasblasen in hexagonalen Contouren ist hier ein sicherer Anhaltspunkt. In einem Schliffe hatte der Nosean ganz das Aussehen eines klaren grünlichen

[1]) Rosenbusch, Physiographie, pag. 287.

Digitized by Google

Glases, in welchem kleine kurze, gebogene Risse in nahezu concentrisch-schaliger Form — Contractionsrisse, wie sie im Obsidian und anderen Gläsern vorkommen — in grosser Menge deutlich hervortraten. Durch diese glasige Noseanmasse lagen viele kleine klare, farblose Einschlüsse mit schmalem Rande, und in der Regel mit zwei Gasblasen, zerstreut.

Ein fast nie fehlendes Merkmal für die Gegenwart des Noseans in diesen Sanidiniten ist eine eigenthümliche bündelförmige Verwachsung des Feldspaths, welche unter Sanidin eingehend besprochen wird. Bei derselben Gelegenheit werde ich auch über das Alter des Noseans etwas mitzutheilen haben.

Wir haben also den Nosean in vielen Uebergangsstadien zwischen der ziemlich frischen Substanz und einem förmlichen Glas. Als erstere enthält er schwarze eisenreiche Einschlüsse in wohl begrenzten Krystallen, sowie auch noch Einschlüsse von Feldspath, Glimmer, Zirkon und Augit. Je nach dem Grade der Hitze, der er ausgesetzt war, ist er mehr oder weniger angeschmolzen. Seine Substanz wird durch die hierdurch erfolgte Zersetzung gelb oder grün gefärbt.

Optische Anomalien habe ich am Hauyn und Nosean der Auswürflinge nicht beobachtet.

Orthoklas, Sanidin.

Gleich beim Benennen dieser Minerale tritt uns die Frage entgegen: Wie können wir überhaupt in den Laacher Auswürflingen zwischen Orthoklas schlechthin, also dem älteren Vorkommen des Kali-Feldspaths, und Sanidin unterscheiden, besonders in Fällen, in denen die eine oder die andere dieser Feldspatharten in Gesteinen vorkommt, deren ursprüngliche Natur durch zerstörende Einflüsse ganz verändert ist. Nach Rosenbusch „unterscheidet man die monoklinen Feldspathe je nach ihrem Auftreten, entweder in den älteren Massengesteinen und krystallinen Schiefern oder in den vulcanischen Gesteinen der Tertiär- und Jetztzeit als Orthoklas und Sanidin. Mit dieser verschiedenen geologischen Stellung sind bekanntlich gewisse Eigenthümlichkeiten im Habitus, sowie nach einigen Richtungen im physikalischen Verhalten verknüpft.“ [1]) Unter solchen Eigenthümlichkeiten des Sanidins sind seine Farblosigkeit, sein starker Glasglanz, seine Rissigkeit parallel dem Orthopinakoïd und seine chemische,

[1]) Rosenbusch, Physiographie, pag. 503.

Digitized by Google

gewöhnlich einen höheren Natrongehalt aufweisende Zusammensetzung zu nennen. In der Regel sind die Winkel der optischen Axen bei dem Sanidin kleiner als bei dem Orthoklas und diese liegen zuweilen in der Symmetrieebene. Wenn wir nun in Betracht ziehen, dass unter den Laacher Auswürflingen viele altkrystallinische Gesteinsstücke vorkommen, so leuchtet ein, dass wir nicht berechtigt sind, einen Orthoklas Sanidin zu nennen, blos aus dem Grunde, weil er in einem Auswürfling auftritt. Wir wissen ferner, dass diese Laacher Auswürflinge zum Theil eigener Art sind und, wie oben angedeutet, dass der Ursprung einiger derselben mit der Wahrscheinlichkeit, wie es bei den anderen der Fall ist, noch nicht aufgeklärt ist. Ferner ist es manchmal unmöglich, bei der mikroskopischen Untersuchung von Gesteinen, deren Mineralbestandtheile eine Veränderung erlitten haben, die oben erwähnten Eigenthümlichkeiten zu erkennen, welche den Sanidin von dem älteren Orthoklas unterscheiden. Auch an den Handstücken sind solche Eigenthümlichkeiten nicht immer ohneweiters mit Sicherheit zu ermitteln. Bisher war es üblich, in den Sammlungen alle Auswürflinge, welche weder messbare Orthoklaskrystalle führten, noch durch chemische Analyse näher untersucht waren, als Rhyakolithgestein oder Sanidinit zu etiquettiren, für deren Feldspathbestandtheile die helle Farbe, Durchsichtigkeit, Glasglanz oder rissige Beschaffenheit auf vulcanischen Ursprung schliessen liess. Auch findet man in der Literatur über diese Auswürflinge immer wiederkehrend die Bezeichnung „Sanidin". Nirgends wird ein Unterschied gemacht zwischen Sanidin und einem älteren Orthoklas. Wenn Nosean oder Hauyn mit einem Feldspath zusammen vorkam, war der letztere, eo ipso, immer Sanidin. Auch Wolf spricht von „papierdünnen" Sanidingängen, welche Schiefer durchsetzen. Eine scharfe Trennung dieser beiden Feldspathmodificationen würde uns aber um so gerechtfertigter erscheinen, wenn wir die Möglichkeit voraussetzten, dass der Nosean mit einem Orthoklas vorkommen könnte, welcher dem Orthoklas der jüngeren vulcanischen Periode nicht entspräche. Um daher einem voreiligen Urtheile über die Natur und Entstehung dieser Feldspathe vorzubeugen, werde ich bei Beginn meiner Betrachtungen nicht an der Rosenbusch'schen Definition, sondern an der älteren Benennungsweise festhalten. Als Sanidin werde ich also vorläufig solche ungestreifte Feldspathe nennen, die sich durch ihre helle Farbe, Durchsichtigkeit und ihren Glasglanz auszeichnen. Die Untersuchung

Digitized by Google

wird hoffentlich ergeben, welche zu dem älteren Orthoklas und welche zu dem jüngeren zu stellen seien.

Der Sanidin kommt sowohl in Tafeln, nach $\infty P\infty$ (010), als in rectangulären Prismen nach $0P$ (001) und $\infty P\infty$ (010) in der Regel idiomorph vor. Die Krystalle erreichen hier fast nie die Grösse des Drachenfelser Sanidins; sie sind durchschnittlich vielleicht 0·8 Centimeter lang und 0·3 Centimeter dick, sinken aber zu den kleinsten Dimensionen herab, und bilden demgemäss grob- bis feinkörnige Gesteinsmassen. Der Sanidin ist in den Laacher Auswürflingen ungemein verbreitet, und kommt recht häufig als einfacher tafelförmiger Krystall vor. Wohl ausgebildete Karlsbader Zwillinge habe ich einige Male gesehen, und in einem Schliffe sah ich einen solchen, woran die Verwachsungsebene die Fläche $\infty P\infty$ (100) war. Zuweilen sieht man auch solche, woran die beiden Individuen ungleich gross sind, bis in dem Verhältnis 5 : 1. Der Sanidin ist wasserklar durchsichtig, farblos bis gelblich oder röthlich und hat einen starken Glasglanz. Auf den Spaltungsflächen, die in den Auswürflingen meistens zum Vorschein kommen, ist der Glanz beim Sanidin wie bei manchen anderen Feldspathen ein Perlmutterglanz. Die gelbe bis rothe Farbe rührt wohl meistens von zersetztem Magneteisen, Glimmer und anderen Mineralen her, deren Reste noch vielfach in seiner Nähe vorhanden sind. Unter dem Mikroskop ist der Sanidin der Laacher Auswürflinge im gewöhnlichen Lichte farblos, zwischen gekreuzten Nicols in dünnen Schliffen hat er eine helle bis dunkelgraue Farbe und löscht häufig undulös aus. Im Schliffe zeigt er oft keine Spaltbarkeit, jedoch in Schnitten, welche der Basis nahezu parallel sind, sieht man sehr deutlich die Spaltbarkeit parallel der Symmetrieebene und die dazu rechtwinkligen Absonderungsrisse. Manche Umrisse ursprünglich grösserer Sanidinkrystalle erscheinen unter gekreuzten Nicols in zahllose kleine Körnchen mit undeutlich verlaufenden Grenzen getheilt zu sein, welche in- und übereinander greifen und ein gesetzloses Durcheinander geben, obgleich dieselbe Menge im gewöhnlichen Lichte ein einheitliches Ganze zu bilden scheint. Porphyrartige Partien sind selten.

Ein Dünnschliff eines Einschlusses aus der Mayener Lava zeigt diese porphyrartige Structur sehr deutlich. Die Hauptgrundmasse des Gesteines ist mittel- bis grobkörnig, und mitten darin, von winzigen Magneteisen-Oktaëderchen umgeben, sind kleine Partien, worin zwei

Digitized by Google

oder mehr grössere ältere Sanidin- und Plagioklasleisten liegen, in einer Masse von mit Schlacke gemischten winzigen Orthoklas- und Plagioklasleistchen. Die diese Partien umgebenden Sanidine und Plagioklase sind vielfach radialstrahlig und bündelförmig angeordnet, was man sogar auch mit der Loupe wahrnehmen kann. Durchschnittlich sind die kleinen Krystalle circa 0·015 Millimeter lang und 0·003 breit und machen mit Magnetiten und wenig Schlacke die ganze Grundmasse aus, nicht etwa wie Grundmasse eines Trachyts, sondern als einheitliche Feldspathmasse. Diese Structur ist der ganzen Masse eigen und dabei bemerkt man Feldspathkrystalle darunter, welche zum Theil sehr gekörnelt sind, als wenn sie einer intensiven Hitze ausgesetzt gewesen wären, was übrigens auch bei Quarzeinschlüssen in der Lava der Fall ist. Dass diese Körnelung der Hitze zuzuschreiben sei, dürfte wohl schon von Doelter und Hussak erwiesen sein. Eine solche sieht man übrigens auch am Orthoklas der altkrystallinischen Auswürflinge. Von der Hitze oder anderen auflösenden Agentien ist der Sanidin in verschiedenem Grade angegriffen und verändert worden. Ausser den eben erwähnten gekörnelten Krystallen finden wir kleine Spaltungsstücke, welche zum Theil angeschmolzen sind, und in einigen Auswürflingen sind die Sanidine nicht nur an den Rändern angefressen, sondern auch vielfach durchlöchert (Taf. VI, Fig. 5). Diese Auswürflinge haben eine mehr oder weniger reiche Grundmasse, welche zuweilen aus klarem Glas besteht. Weniger häufig enthält diese Glasmasse viele neue Feldspathausscheidungen. Die Wirkung der Hitze scheint sich jedoch durchschnittlich auf eine Abrundung der Krystallkanten und -Ecken beschränkt zu haben, wobei Spuren von Schlacke an den Krystallen zurückgeblieben sind. In einigen Schliffen bemerkt man Feldspathe, welche zwischen gekreuzten Nicols als aus abwechselnd weisslichen und hellbläulichen Partien bestehend erkannt werden. Entweder ist die Mitte des Krystalls bläulich und die Randzone weisslich, oder diese Färbungen erscheinen streifenartig und fingerförmig, wie eine Faserung mit unregelmässig verlaufenden Umrissen, nahezu senkrecht zur Symmetrieebene des Krystalles. Diese „Faserung" des Orthoklases wurde im sächsischen Granulit schon von Dathe[1]) beobachtet und später im Gneiss des niederösterreichischen Waldviertels (Saubachthal) von Becke[2])

[1]) Zeitschrift d. D. g. G. 1878, XXIX, pag. 290.

[2]) Diese Mitth. 1881, IV, pag. 197.

Digitized by Google

beschrieben. Die Schlüsse aus Becke's Beobachtungen sind: 1. Die Hauptmasse kann Orthoklas oder Mikroklin sein. 2. Die Lamellen, welche das faserige Aussehen bedingen, gehören einem Plagioklas aus der Gruppe Albit oder Oligoklasalbit an. Diesen „faserigen Orthoklas" nennt Becke Mikroperthit. Sein Vorhandensein im Dünnschliff verräth sich schon dem blossen Auge, wie Becke bemerkt, durch einen orientirten Schiller. In Begleitung dieser Erscheinung habe ich öfters die undulöse Auslöschung bemerkt, hauptsächlich an den Krystallrändern; diese weisen auch in vereinzelten Fällen eine plagioklasartige Streifung auf.

In einem dem Laacher Trachyt nahestehenden Gesteine sieht man am Sanidin die eben beschriebenen Erscheinungen. Dieses Gestein besteht zum grössten Theile aus dicht aneinander liegenden Sanidinkrystallen (Taf. VI, Fig. 5 und 6) und enthält auch zuweilen Partien einer dunkelgrauen, wie Lava aussehenden Substanz. Gewisse Bestandtheile, wie Augit, Titanit und Magneteisen, sind alle in der Regel nur wenig angegriffen; der Sanidin dagegen ist angeschmolzen, abgerundet, durchlöchert, zerborsten, zerstückelt, je nachdem er unter einer corrodirenden Wirkung oder durch Druck zu leiden hatte. Die Schlussfolgerung ist vielleicht nicht ungerechtfertigt, dass hier ein ursprünglicher sogenannter Sanidinit vorliegt, in dessen Hohlräume ein Magma oder heisse Dämpfe eingedrungen sind. Dieselben haben auf den Sanidin auflösend eingewirkt; die genannten anderen Minerale gehörten nicht zum ursprünglichen Sanidinit und erscheinen deshalb frisch. Die Abweichungen von dem gewöhnlichen Aussehen des Sanidins in den sogenannten Sanidiniten macht nur eine solche Annahme möglich. Die Identität solcher Gesteine mit dem Laacher Trachyt, als Uebergangsstufen zwischen dem sogenannten Sanidinit und einem echten Basalt, hat Wolf schon wahrscheinlich gemacht.

In diesem Gesteine nun und in dem normalen Laacher Trachyt, welcher nicht nur allein für sich, sondern auch als eine dunkelgraue oder schwarze, die sogenannten Sanidinite umgebende und von denselben meist leicht trennbare Hülle vorkommt, finden wir den Sanidin in grösseren Krystallen, welche mit neuen haarförmigen Sanidinen gefranzt sind. An den schmalen Enden ersterer sind diese Neubildungen der Verticalaxe der älteren Krystalle parallel, an den Seiten sind sie aufeinander schuppenartig aufgeschichtet oder radial gestellt, einen halben Kreis bildend. In

Digitized by Google

der glasigen Grundmasse, worin viele zerbrochene und abgerundete Sanidinkrystalle liegen, hat sich auch noch neuer Feldspath ausgeschieden, in winzigen Mikrolithen, manchmal einzeln, jedoch häufig in bündelförmigen Gruppen, ja er bildet sogar kreisförmige Aggregate, Sphärolithe, welche zwischen gekreuzten Nicols das dunkle Kreuz sehr deutlich zeigen.

Solche sphärolithische Gebilde, neben grossen Sanidinkrystallen, wie die oben erwähnten, hat E. Kalkowsky am Piperno beobachtet und beschrieben.

Wir sehen an diesem Beispiele die Fähigkeit des Sanidins sich anderen Sanidinkrystallen um ein wenig gegen deren Verticalaxe geneigt anzureihen. Später werden wir auch noch sehen, dass unter besonderen Umständen diese Fähigkeit zu einer Neigung, ja aus der Häufigkeit dieses Vorkommens dürften wir wohl sagen, fast zu einer Nothwendigkeit wird. Ob hierin oder in den oben beschriebenen abwechselnden bläulichweisslichen Streifungen die Erklärung seiner undulösen wellenförmigen Auslöschung zu suchen oder ob diese, wie vielerseits angenommen wird, lediglich einem Drucke zuzuschreiben sei, lasse ich dahin gestellt. Zum Studium dieser Erscheinung bieten die Laacher Auswürflinge ein sehr gutes Material.

Der Sanidin, wie wir gesehen haben, kommt in abgerundeten, angeschmolzenen oder in zum Theile körnigen oder zertrümmerten Säulen und Bruchstücken, in der Regel mit mehreren anderen Mineralen vergesellschaftet, vor. In Begleitung des Noseans aber, in dem gewöhnlichen Nosean-Sanidingestein, legt er ausser diesem alten zerstörten Vorkommen eine andere Anordnung an den Tag, eine Anordnung, welche uns einigermassen an die Sphärolithe erinnert. Kleinere, schmalere, frische Säulchen, welche eine Länge bis zu etwa 0·75 Millimeter erreichen, liegen durch die Gesteinsmasse zerstreut, selten in anscheinend regelloser Anordnung (Taf. V, Fig. 4), in der Regel aber in bündelförmigen Aggregaten, welche von der Mitte aus in zwei Hauptrichtungen sich erstrecken und verbreitern (Taf. V, Fig. 3). Diese Bündel umfassen manchmal nur drei Glieder, gewöhnlich aber mehr, ja sie bilden zuweilen fast einen Kreis von radialstrahlig gestellten Krystallen. Ein solcher Fall ist sehr schön in Taf. VI, Fig. 1 zu sehen. Jedes Glied eines solchen Aggregats ist um wenige Grade gegen die ihm zu beiden Seiten liegenden Glieder geneigt, und bei Drehung auf dem Mikroskoptische bei

Digitized by Google

gekreuzten Nicols geht der dunkle Balken des Axenbildes von dem einen zu dem anderen, in ähnlicher undulöser Weise, wie dies sonst bei einzelnen Krystallen, wie schon erwähnt, der Fall ist. Die Kreisform dieser Gruppe ist auf einer Seite von einer Noseanmasse unterbrochen, die viele Orthoklaseinschlüsse enthält. In der Regel sind die Individuen dieser Sanidinaggregate ungleich lang und haben das Aussehen eines vollständig einheitlichen Krystalls, das heisst, sie sind nicht durch Zerfall oder durch moleculare Umwandlung aus einem älteren grösseren Individuum hervorgegangen. Nur gemeinsam sind sie, so zu sagen, gewurzelt (Taf. V, Fig. 6). Zwischen ihnen, gegen ihr Ende zu, liegen häufig Hohlräume oder in einigen Fällen heterogene Krystallmassen, wie Nosean oder seltener andere Minerale, häufig eine schmutzig dunkelgrüne Schmelze. In einigen Fällen dagegen sieht ein solches Aggregat aus, als wenn es aus Umwandlung, molecularer Umgestaltung eines einzigen alten Feldspathkornes, ohne aufgelöst gewesen zu sein, hervorgegangen wäre. Ein solches Bild gewähren mehrere meiner Schliffe. Die Zwischenmasse zwischen den einzelnen bei gekreuzten Nicols deutlich abgegrenzten Säulchen besteht aus kleinen Partien eines etwas weniger bläulichen Orthoklases von anderer Auslöschung oder vielleicht anderer Zusammensetzung oder aus Plagioklas und erinnert an die Erscheinung, welche wir schon an von der Hitze veränderten Krystallen beobachtet haben.[1])

In manchen Fällen reihen sich diese kleineren Sanidine, welche so frisch aussehen, an grössere zerfressene, theilweise zertrümmerte Sanidinkrystalle an und wachsen entweder um kleine Abstände von einander getrennt, in vereinzelten büschelförmigen Gruppen aus deren Seite hervor oder sie bedecken schuppenartig die ganze Seite und wachsen in Curven in demselben Sinne fort. Diese Erscheinung kommt an beiden Seiten eines grösseren Krystalles vor, welcher in der Mitte zum Theile zersprengt und durch Einschmelzung vielfach durchlöchert ist (Taf. VI, Fig. 5). Ein besonders lehrreiches Beispiel dieser Art bietet ein Dünnschliff, in dem viele kleine Sanidinsäulchen, theils radialstrahlig gestellt, an und um einen grösseren Krystall gelagert sind. An beiden Seiten liegt Nosean, in dem man noch Ueberreste von Feldspath erblickt (Taf. VI, Fig. 2).

---

[1]) pag. 372.

Digitized by Google

Was wir vorher im kleinen Masse bei denjenigen Gesteinen sahen, welche eine glasige Grundmasse späterer Entstehung führen, sehen wir hier im grossen und wahrlich imponirenden Massstabe. Und gerade hier begegnet uns die Frage: Warum hat sich der Sanidin ursprünglich in den gewöhnlichen sogenannten Sanidiniten als gerader, regelrechter Krystall ordnungslos ausgeschieden, während er sich in den aus einer Schmelze hervorgegangenen secundären Krystallen, sowie häufig in Begleitung des Noseans in bündelförmigen, radialstrahligen Gruppen und Aggregaten angeordnet hat? Die Aehnlichkeit der Gebilde, welche uns in den beiden oben angeführten Gesteinsarten begegnen, nämlich in der Nosean-führenden und in der zuerst besprochenen Sanidintrümmer- und Glas-führenden, welche offenbar einer mechanischen und chemischen Auflösung unterworfen war, spricht wohl für eine ähnliche Bildungsart dieser beiden bündelförmig gruppirten Feldspathe. Wir sind zu der Schlussfolgerung berechtigt, dass sie in beiden Fällen secundär sind und jünger als die grösseren Krystalle und Krystallreste, an welchen und um welche sie liegen.

Der erste Schritt, welcher uns bei der Untersuchung obliegt, wäre wohl der, unsere Ansicht in Betreff des verschiedenen Alters der beiden Arten von Sanidin zu bekräftigen, sowie das Alter des Noseans in Bezug auf diese Minerale zu bestimmen. Welche Beziehung hat eigentlich der Nosean zu den Feldspathen?

Die secundären Sanidine in den Nosean-führenden Auswürflingen erscheinen nur ausnahmsweise als einzelne Krystalle oder paarweise, also ohne eine ausgeprägte radialstrahlige Verwachsung. Letztere darf wohl aber wegen ihrer Häufigkeit gerade als Charakteristikon für den neuen Sanidin betrachtet werden, der von vielem Nosean begleitet wird. In manchen Fällen, wenn die einzelnen neuen Sanidine in der Nähe der bündelförmig gruppirten liegen, ist ihre Identität mit den letzteren eine unanfechtbare. In anderen Fällen ist jedoch ihre Bestimmung als secundäre keine sichere. Wenn diese Gesteine nach Vollendung der secundären Bildung wieder zerstörenden Einflüssen unterworfen gewesen sind, so kann der Unterschied zwischen alt und neu durch diese späteren Einflüsse fast ganz verwischt sein. Im allgemeinen aber, wo beide zusammen vorkommen, hat der secundäre Sanidin ein viel frischeres Aussehen und ist von Einschlüssen fast durchgängig frei. Derjenige Sanidin, den ich für

Digitized by Google

primären halte, führt dagegen im allgemeinen viele Gasblasen gewöhnlich von sehr unregelmässiger Contour und unregelmässiger Anordnung in den Krystallschnitten. Sie sind gebogen, gekrümmt, in die Länge gezogen, lang und schmal oder endlich auch rundlich. Den Unterschied in dieser Hinsicht zwischen alt und neu sieht man am deutlichsten in Gruppen wie die, wovon Taf. VI, Fig. 2 eine Abbildung ist. Der grössere Centralkrystall ist voll von diesen Gaseinschlüssen, welche auch in kleinerer Menge in einigen der anliegenden Säulchen auftreten, jedoch nur denjenigen, welche nach der Mitte der Gruppe zu liegen. Auch sind diese alten Feldspathkrystalle nicht ohne Glaseinschlüsse, welche übrigens in gleich unregelmässigen Formen neben den anderen oft erblickt werden. Dies ist besonders der Fall in dem in Taf. VI, Fig. 1 abgebildeten grossen Krystalle.

Was die gegenseitige Begrenzung des Noseans und des Sanidins betrifft, so bemerkt man Folgendes. Der Nosean weist häufig, wie schon gesagt, einen zonalen Bau auf. In einigen Fällen hat er einen sehr regelmässigen sechsseitigen Umriss und liegt mitten in den radialstrahligen bündelförmigen Sanidingruppen. Hier zeigt er nie Einschlüsse von Orthoklas und ist wohl älter als der bündelförmige Sanidin oder als gleichen Alters mit diesem zu betrachten. In den meisten Fällen aber, ob mit oder ohne Zonalbau, hat der Nosean einen sehr unregelmässigen Umriss und füllt Räume von den verschiedensten Formen zwischen Sanidinkrystallen aus. Diese ragen mit gezackten oder zum Theil abgerundeten, abgeschmolzenen Enden in die Noseanmasse hinein, oder letztere liegt in Einbuchtungen in den Seiten ersterer. Auch wenn hier der zonale Bau im Nosean auftritt, so ist er doch gewöhnlich unvollkommen, zur Hälfte ausgebildet (Taf. V, Fig. 1 und 2). Solche unregelmässige Begrenzung zeigt der Nosean in Begleitung von radialstrahligem, sowie nicht radialstrahligem Sanidin. In einigen Fällen treten unregelmässige längliche Partien Nosean auf, um welche rings herum bis zu einer gewissen Grenze der Sanidin bündelförmig gruppirt erscheint. Noch ein Umstand verdient erwähnt zu werden. In manchen ziemlich frisch gebliebenen Noseangesteinen, in denen dieses Mineral sehr reichlich auftritt, ist wenig oder gar kein alter Sanidin mehr mit Sicherheit zu constatiren, während der neue Sanidin sehr schön ausgebildet ist. Solchen Gesteinen sind die Abbildungen in Taf. V, Fig. 3 und 6 entnommen.

Digitized by Google

Um den chemischen Charakter dieses bündelförmigen Sanidins zu ermitteln, habe ich denselben vermittelst der Thoulet'schen Lösung von den übrigen Gemengtheilen in dem letztgenannten Gestein (Taf. V, Fig. 6) getrennt und analysirt. In diesem Gestein tritt die mikroperthitische Verwachsung des Sanidins nur untergeordnet auf. Das Ergebnis der Analyse war:

SiO_2	65·365
Al_2O_3	21·190
Fe_2O_3	0·446
CaO	0·563
MgO	Spur
Na_2O	6·766
K_2O	5·724
	100·054

Das specifische Gewicht dieses Sanidins ist 2·556. Die Auslöschungsschiefe mehrerer Spaltblättchen nach der Basis beträgt weniger als 45′. Nach diesen Ergebnissen ist dieser bündelförmige Feldspath wohl ein echter Sanidin.

Zwischen den Sanidinkrystallen und Krystallgruppen liegen zerstreut zahlreiche Noseankrystalle und accessorisch Zirkon, Titanit, Augit, Glimmer, Magnetit und seltenere Minerale. Den Nosean habe ich nur einmal in einem Sanidin, welchen ich nicht mit Bestimmtheit als secundär zu erkennen vermochte, eingewachsen angetroffen. Doch bleibt es hier nicht ausgeschlossen, dass er wirklich secundär war. Im Gegentheil kommt der Nosean, wie schon bemerkt, öfters in dem zweifelsohne neuen Sanidin vor. Die zweigähnlichen Gebilde des letzteren umgeben zum Theil einzelne Noseankörner und wachsen um dieselben fort. In den radialstrahligen Sanidingruppen habe ich nirgends constatiren können, dass diese Gruppirung etwa ein fremdes Mineral als Structurcentrum hat. Die Anzeichen sprechen stets gegen eine solche Hypothese. Auch wenn in einigen Fällen secundäre Sanidine sich um ältere oder an ältere anlagern, so geschieht dies nicht mit derselben Häufigkeit und Regelmässigkeit, auch nicht in ähnlicher Weise, wie bei den in Gneissen vorkommenden sphärolithischen Gebilden. Erstere sind mit der sie umgebenden Gesteinsmasse innig verwachsen. Sie lassen sich als Kugeln durchaus nicht auslösen. Wenn die radialstrahlige Lagerung des mit dem Nosean vorkommenden Sanidins öfters auch makroskopisch sichtbar ist, so ist doch keine kugelige Abgrenzung dabei bemerkbar.

Digitized by Google

Wo der Nosean mit mehreren Zonen auftritt und ein unterbrochenes und zu verschiedenen Zeiten fortgesetztes Wachsen vermuthen lässt, zeigt er zuweilen in den Theilen, welche zwischen den von mir schon als äussere Zonen bezeichneten liegen, nicht nur seine charakteristischen Magneteiseneinschlüsse, sondern, wie schon erwähnt, auch Bruchstücke von Feldspath, und zwar häufig von einem Feldspath, welcher sich als Sanidin erkennen lässt. In einem Drittel der von mir untersuchten Schliffe kommen solche Reste vor. Dieselben sind klein und sehen aus, als wenn sie sich in dem Stadium einer Einschmelzung befänden. Sie nehmen von der Mitte aus nach den Rändern zu allmälig an Dicke ab, haben keine scharfe Contour und verlieren sich bei gekreuzten Nicols allmählig in die dunkle Masse des Noseans. Manchmal vermag man deutlich die ursprüngliche Form eines geraden oder wenig gebogenen schmalen Feldspath-, das heisst Sanidinsäulchens noch zu erkennen, wovon getrennte Ueberreste von oben beschriebener Beschaffenheit mit Noseansubstanz abwechseln. Bemerkenswerth ist, dass zuweilen ein grosser Theil solcher Reste von Einschlüssen in einem Noseankrystall auf einen gemeinsamen Mittelpunkt hinweisen, welcher nahe an einer angrenzenden Sanidingruppe zu suchen ist. Nach diesen Beobachtungen scheint der Sanidin ersterer Generation in den meisten vorliegenden Fällen älter zu sein als der Nosean, dieser seinerseits theils älter, theils jünger als der secundäre Sanidin.

Es sind schon Sodalith führende Gesteine untersucht und beschrieben worden, welche uns merkwürdiger Weise ein ähnliches Bild gewähren, wie wir es an den Laacher Nosean-Sanidiniten wahrnehmen. In seinem Aufsatz über den Piperno, der auch bündelförmige Aggregation des Sanidins, wenn auch in kleinerem Massstabe aufweist, sagt E. Kalkowsky: „Dagegen ist wohl zu beachten, dass der Sodalith stets als Ausfüllung von Räumen auftritt, welche von Feldspathen frei gelassen werden; auf diese Weise ist also der Sodalith auch hier im Piperno, hier wo er in der innersten Masse des Gesteins vorkommt, ein Drusenmineral.“ [1]) Ferner sagt der betreffende Forscher (auf pag. 671) in Bezug auf den compacten Trachyt vom Monte di Cuma, in dem der Sodalith nur auf Klüften sitzt: „Nach diesem Befunde darf man wohl

[1]) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. 1878, XXX, pag. 670.

Digitized by Google

annehmen, dass die Sodalithe erst entstanden sind durch die Einwirkung des frei werdenden Chlornatriums auf die sich bereits im festen Aggregationszustande befindenden Gemengtheile des Trachyts.“ Ueber die Bildung von Sodalith äussert sich G. vom Rath, einer der ersten, welche die Bildung von Mineralen durch Sublimation erkannten, in folgender Weise: „Scacchi ist der Ansicht, dass die Sodalithe, welche in Drusen und Spalten der vesuvischen und der phlegräischen Trachyte sich finden, durch Sublimation (col concorso di materie gassose) sich gebildet haben, und ich stimme seiner Ansicht vollkommen bei, indem ich in Bezug auf die im Trachyt eingewachsenen Sodalithe die Bemerkung hinzufüge, dass dieses Vorkommen die Mitwirkung von Dämpfen (Chlorwasserstoffsäure und Chloriden) in keiner Weise ausschliesst.“ [1]) Diese Ansichten über die Bildung des Sodaliths würden für den Laacher Nosean vortrefflich passen, wenn wir uns statt der Chlorwasserstoffsäure Schwefelsäure [2]) wirkend denken. Auch Wolf, nachdem er in wässerigen Lösungen die Ursache der Neubildungen der Laacher Minerale erblickt und diese Ansicht eingehend behandelt hatte, fügte fast am Schluss seiner Arbeit hinzu: „Ja ich glaube auch, dass eine vereinigte Wasser- und Sublimationsbildung nicht unmöglich ist und gerade in unseren Gängen vulcanische Dämpfe direct oder indirect (durch Imprägnation der Gewässer) bei der Mineralbildung mit im Spiele waren.“

Der gewöhnliche Nosean-führende Auswürfling ist grobkörnig, mehr oder weniger dicht, weisslich bis grau, je nach der Menge und Farbe des Noseans, welcher zuweilen auch noch sehr dunkel, ja fast schwarz in grösseren Partien auftritt. Zwischen den Noseankörnern liegt eine farblose bis weisse Masse, welche hauptsächlich aus Sanidin besteht, mit Magnetiten und kleinen Mengen und Resten anderer Minerale hie und da eingesprengt, oder neben Nosean als schön ausgebildete Krystalle in Drusen aufragend.

Die Frage nun, ob dieses Gestein aus einem Magma erstarrte, ob es durch gänzliche Auflösung eines Hauyn- oder Nosean-führenden Gesteins, oder endlich durch Einwirkung irgend welcher vulcanischer Kräfte auf in der Tiefe schon anstehende noseanfreie Gesteinsmassen

---

[1]) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. 1866, XVIII, pag. 624.

[2]) Nach Wolf enthalten die Laven von Mendig und Mayen Schwefelsäure.

Digitized by Google

und theilweise Umänderung derselben seine jetzige Beschaffenheit erhalten habe, lasse ich vorläufig dahingestellt, indem ich hoffe, bei einer späteren Gelegenheit darauf zurückzukommen.

Indessen müssen wir annehmen, dass zur Zeit der vulcanischen Explosion, welche die Auswürflinge auf die Erdoberfläche herausschleuderte, ein kieselsäurereiches, quarz- und noseanfreies Gestein jüngeren Alters schon in der Tiefe unter den krystallinen Schiefern vorhanden war. Dies beweist ein Stück, wie sie am Laacher See selten so schön vorkommen (Taf. VII, Fig. 1), welches ich hier, obgleich ich auf diese Frage weiter einzugehen verzichten muss, hauptsächlich deshalb anführe, weil dasselbe zur Bekräftigung der Ansicht dienen könnte, dass der sogenannte Sanidinit aus einem gluthflüssigen Magma erstarrte. Wolf hat ein ähnliches Vorkommen ausführlich beschrieben. Der dunkle Theil dieses Stückes besteht aus einem sehr dichten Glimmerschiefer, der wohl als Knotenschiefer bezeichnet werden kann. Eine weisse Gesteinsmasse hat sich keilförmig zwischen Partien des Schiefers eingedrängt, dieselben auseinandergeschoben und das Ende der kleineren Schiefermasse abgebrochen. Diese weisse Masse besteht hauptsächlich aus Sanidin und Skapolith, zu denen sich viele Krystalle und Bruchstücke von Titanit, Azor-Pyrrhit-Oktaëderchen, einige Magnetite und spärliche Glimmerreste gesellen. Nosean ist nicht vorhanden. Der Sanidin hat zum Theil ein zerstörtes Aussehen und tritt mehrfach im Skapolith als abgerundeter Rest auf. Er enthält Schlacke und Gasblasen in kleiner Menge. Der Azor-Pyrrhit sitzt auf Titanitkörnern oder liegt in deren Nähe. Es ist keine bündelförmige Anordnung dieser Gemengtheile vorhanden. In dem schieferigen Theile bemerkt man keine Schmelzerscheinungen, ausser dass er an der Grenze gegen die weisse Masse der Glimmer winzige Magneteisenoktaëder führt und selbst vielfach abgerundet ist. Makroskopisch erscheint diese Grenze scharf, aber mikroskopisch geht die eine Gesteinsart in die andere über, ohne andere Andeutungen von einer plötzlichen und gewaltigen Hitzeeinwirkung zu zeigen, wie man sie beim Eindringen eines gluthflüssigen Magmas vielleicht erwarten könnte.

Bei einer Durchsuchung der Reiter'schen Sammlung zu Neuwied fand ich einen Auswürfling, der fast denselben Charakter hat, wie der eben beschriebene, nur dass er weitgehendere Veränderungen in dem ihm zu Grunde liegenden Schiefergestein zeigt. Die

Digitized by Google

Abgrenzung der schieferigen Theile gegen die nichtschieferigen Sanidinführenden, obwohl noch sehr deutlich, ist doch nicht so scharf, ihre Lagerung ist noch unregelmässiger als im ersten Stücke, und Nosean in kleinen Schichten und winzigen Partien tritt mehrfach mitten in der Schiefermasse auf. Ausser einigen Augitresten und vereinzelten Körnern von Titanit besteht der Schiefer aus Glimmer und Orthoklas. Letzterer tritt in unregelmässigen Körnern auf, welche vielfach von angeschmolzenen Resten von Glimmer umgeben sind. Auch sind Azor-Pyrrhit-Oktaëderchen vorhanden, nicht nur in den nichtschiefrigen Theilen, sondern auch mitten im schieferigen in der Nähe von Nosean. Glimmer und Augit kommen mit einander verwachsen vor.

Die Umrisse des ersteren zeigen abgerundete Ecken, sonst ist er ziemlich verschont geblieben, während der Augit bis auf kleine Reste eingeschmolzen und vielfach von Schlacke begleitet ist. Bemerkenswerth ist, dass selbst in den glimmerfreien, also Sanidinführenden jüngeren Theilen dieses Gesteins, der Sanidin keine bündelförmige Verwachsung aufweist und der Nosean ausser Gasblasen nur vereinzelte Einschlüsse führt. Dass hier ein ursprünglicher Schiefer vorhanden, unterliegt keinem Zweifel. Solche unversehrte Schieferstücke kommen nicht selten unter den Auswürflingen vor und sind mit den beschriebenen vollkommen identisch. Durch mechanische Zertrümmerung oder vielleicht wegen einer minder dichten Beschaffenheit des Schiefers ist die Bildung der anderen Gesteinsart in und zwischen den Schiefer-Partien erleichtert worden. Ein drittes Beispiel (Taf. VII, Fig. 2) zeigt eine noch vorgeschrittenere Zerstörung der Schiefermasse und Ersetzung derselben durch eine jüngere Bildung. Die petrographische Zusammensetzung der beiden Gesteinsarten ist dieselbe als in dem soeben beschriebenen Auswürflinge. Schiefer und Sanidinit sind ungefähr im Gleichgewicht. Die Schieferstücke sind theils gespitzt, gezackt und gestreift, theils liegen sie in kleinen noch erkennbaren Partien mitten im Sanidinit, und erhalten unter sich noch eine ziemlich parallele Lagerung. Durch den unteren Theil des Stückes setzen mehrere Gänge hindurch, welche Verwerfungen erkenntlich machen und welche mit einer dem übrigen jüngeren Gesteine ähnlich aussehenden Substanz erfüllt sind. In diesem Stücke und in anderen ihm ähnlichen keilen sich die hellen Massen allmählig aus, die Schieferpartien treten näher zusammen und zeigen ihre wahre ursprüngliche Natur auf's deutlichste. Auch hier ist keine

Digitized by Google

bündelförmige Verwachsung des Sanidins zu erkennen und der Nosean führt nur Gasblasen.

Als viertes Beispiel führe ich ein schwarzes Gestein an, an dem man hie und da glänzende Glimmerblättchen bis zu zwei Millimeter Grösse sieht, und grössere Partien von Titanit, die von einer schmalen undeutlichen hellen Masse umrandet sind. Die Glimmerblättchen sind nicht parallel angeordnet, und eine schieferige Structur kann man dem Gestein nicht zuerkennen. Die Untersuchung im Dünnschliffe ergab, dass das Gestein aus Augit, Glimmer und Titanit, und zwar in fast gleicher Menge, bestand, nebst einer farblosen blasigen Masse, welche ich Anfangs für Glas hielt und die ziemlich gleichmässig durch das ganze Gestein vertheilt ist. Die Gasblasen in dieser Masse sind aber in einigen Partien des Schliffes mit länglichen schwarzen und gelben Stäbchen ganz vereinzelt vergesellschaftet, und die Vermuthung, dass hier Nosean vorläge, wurde zur Gewissheit, nachdem eine kleine Portion des Gesteins mit Salzsäure und Chlorbaryum behandelt, die Reaction auf Schwefelsäure sehr deutlich ergab. Eine sorgfältige Durchsuchung des Schliffes stellte darnach fest, dass in dieser Noseanmasse vereinzelte winzige Ueberreste von Orthoklas noch vorhanden waren. Der Titanit ist sehr zahlreich und tritt nur in kleinen abgerundeten Körnern und Körneraggregaten auf. Der Glimmer enthält viele Titanitkörner und sieht sehr frisch aus. Spuren von Hornblende scheinen auch vorhanden zu sein.

In den ersten drei dieser Fälle ist das junge Gestein noch viel dichter und feinkörniger als das bündelförmigen Sanidin führende Noseangestein. Es kommen aber Auswürflinge vor, in denen, neben viel Glimmer, Nosean (oder Hauyn) mit Sanidin in grobkörnigen und lockerigen Partien auftritt. Die beiden letzten Mineralarten, Nosean und Sanidin sind vergesellschaftet, oder sie schliessen sich in einander nahe liegenden Zonen gegenseitig aus. Mit anderen Worten, es scheint, als wenn sich Sanidin allein ohne Nosean in einer ursprünglichen Schiefermasse zwischen deren Schichten hat bilden können.

Unter 260 von mir untersuchten Dünnschliffen verschiedener Laacher Auswürflinge habe ich stets das Auftreten von Nosean zusammen mit der bündelförmigen Verwachsung des Sanidins constatiren können. Nur zwei Mal war dies nicht der Fall, und zwar in Einschlüssen aus der Mayener Lava.

Digitized by Google

Von diesen 260 Dünnschliffen führten etwa 72 derselben Nosean. Die von diesen 72 Präparaten vertretenen Auswürflinge lassen sich mit Ausnahme des soeben als viertes Beispiel angeführten schwarzen Gesteins wieder in drei Classen eintheilen:

1. In sogenannte Laacher Trachyte und Uebergänge in dieselben (Taf. VI, Fig. 5 und 6).

2. In Gesteine, welche zum grössten Theile aus älterem Sanidin oder auch einem gekörnelten Orthoklas, der ebenfalls Sanidin sein kann, bestehen und mehr oder weniger Nosean enthalten.

3. In Gesteine, welche sich durch das Vorhandensein von vielem Nosean und vielem neugebildetem, radialstrahligem, bündelförmigem Sanidin auszeichnen. Diese führen zuweilen auch älteren Sanidin.

In den beiden ersten Classen erscheint als accessorischer Bestandtheil Nosean und der Sanidin ist nicht bündelförmig. In der dritten Classe dagegen bilden kleine Reste von Glimmer, Augit, Titanit, Zirkon, Magneteisen und anderen Mineralen die accessorischen Bestandtheile. Der Charakter aller drei Gesteine ist vulcanisch.

Die Menge des Noseans nimmt in den drei Classen der Reihe nach zu, und da dieser in dem Gesteine der letzten Classe (welches sich übrigens durch die eigenthümliche Verwachsung des Sanidins vor den anderen Nosean-führenden Gesteinen auszeichnet) so zahlreich vorhanden ist, so erscheint es geeignet, dafür den Namen Noseanit beizubehalten oder vielmehr diese Gesteinsart damit zu belegen.

Plagioklas.

Obgleich die Verbreitung des Plagioklas in den Laacher Auswürflingen eine sehr grosse ist, so tritt er doch fast nie in wohl ausgebildeten Krystallen auf. Selbst Wolf hat ihn nur einmal getroffen und dann nur in geringer Menge und mit sehr undeutlicher Krystallform, ein Vorkommen, welches er für Oligoklas hielt. In den Noseaniten und im Laacher Trachyt begegnen wir dem Plagioklas im Dünnschliffe recht häufig, im letzten Gesteine öfters in schön ausgebildeten Krystallen, welche nicht selten zonalen Bau aufweisen.

Manche Auswürflinge bestehen fast ganz aus Plagioklas, aber in den Noseaniten spielt dieses Mineral eine sehr untergeordnete

Digitized by Google

Rolle. Er tritt hier meistens in Leistchen oder in kleinen Körnchen auf, ist vielfach mit Orthoklas verwachsen und kommt wie dieser in bündelförmiger Anordnung vor, jedoch nur selten und lange nicht so massenhaft und vollkommen, wie dies bei dem Orthoklas der Fall ist. Wo der Nosean aber stark vertreten ist, bemerkt man wenig oder in der Regel gar keinen Plagioklas.

In Bezug auf die Zwillinge des Plagioklases kommen nicht nur Krystallschnitte vor, in denen die Lamellen nach dem Albitgesetze angeordnet sind, sondern auch solche mit doppelten Streifensystemen, wobei die Lamellen sich kreuzen, was auf das Periklingesetz hindeutet. Die Verwachsungen mit dem Orthoklas sind sehr mannigfaltig und die Grenze zwischen beiden Mineralen zuweilen sehr unregelmässig. Bald umgibt der Plagioklas den Orthoklas, bald sitzt jener in diesem als eine einzige Partie oder in zahllosen unregelmässig verlaufenden Körnern.

Im Uebrigen verhält sich der Plagioklas wie der Orthoklas. Er ist vielfach angeschmolzen, von Schlacke und Glas begleitet und enthält fast nie Einschlüsse. Wegen der Schwierigkeit der Trennung des Plagioklases von der übrigen Gesteinsmasse wird es kaum gelingen seine Identität festzustellen, falls er nicht in grösseren Partien oder wohl ausgebildeten Krystallen gefunden werden sollte. Das Fehlen gut ausgebildeter Krystalle, sowie das Fehlen von Plagioklas bei überwiegendem Nosean möchten es wohl wahrscheinlich machen, dass die meisten dieser Plagioklase ältere Gesteinsbestandtheile als die Sanidine sind. Dass ein Theil des Plagioklases Neubildung ist, ist sicher.

Olivin.

In den Dünnschliffen der von mir untersuchten Nosean-führenden Laacher Trachyte findet sich zufälliger Weise kein Olivin, obgleich derselbe in diesem Gesteine keine Seltenheit ist und von mir makroskopisch mehrfach darin beobachtet wurde. Indessen um den Vorgang bei der Zersetzung oder Zerkörnelung dieses Minerales zu veranschaulichen, welche wohl nicht wesentlich von der sich beim Augit oder Titanit vollziehenden verschieden war, gebe ich in Taf. VI, Fig. 4, eine Abbildung eines Olivinkornes aus einem Nosean-freien Laacher Trachyt, an dessen Rändern man in zahlreichen Einbuchtungen und Franzungen das Fortschreiten der Zersetzung und Körnelung sehr deutlich sieht. In den sogenannten Sanidiniten wurde

Digitized by Google

bekanntlich nur ein einziges Vorkommen von Olivin bisher beobachtet, wo er in schön ausgebildeten tiefrothen Krystallen auftritt.

Titanit.

Der Titanit ist nach dem Orthoklas, dem Magneteisen und dem Glimmer wohl das am meisten verbreitete der Laacher Minerale. Er kommt sehr häufig in den zierlichsten Formen, sowohl einals aufgewachsen, noch häufiger vielleicht als abgerundetes oder eckiges Korn in dem sogenannten Sanidinit und Laacher Trachyt vor. Im Dünnschliff ist er farblos bis gelblich, und in der Regel mehr oder weniger pleochroitisch. Hier zeigt er fast nie eine als solche erkennbare Spaltbarkeit, ist aber öfters von rohen unregelmässigen Rissen durchzogen und mit meist unbestimmbaren Einschlüssen erfüllt. Dieser Umstand verhindert häufig, dass man ein deutliches Axenbild bekommt, und falls der Titanit nicht pleochroitisch, ist er manchmal vom Zirkon schwer zu unterscheiden, da Schliffe von beiden eine rauhe Oberfläche zeigen, und häufig am Rande fast gleich stark doppelbrechend erscheinen, oder eine Totalreflexion zeigen. In solchen Fällen, wo beide in demselben Dünnschliffe sind, nimmt man am Zirkon, der sich übrigens durch einen hellen Farbenton auszeichnet, bei gekreuzten Nicols und starker Vergrösserung undeutliche wellenförmige farbige Linien wahr, welche über den Krystallschnitt verlaufen: das rührt von dem grösseren Brechungsvermögen des Zirkons her, und gilt natürlich nur für Schliffe von gleicher Dicke, denn bei dickeren Schliffen kann der Titanit dieselbe Erscheinung gewähren. Das zertrümmerte und abgerundete Aussehen der Titanitkörner in den Laacher Auswürflingen legt die Vermuthung nahe, dass dieses Mineral zum Theil einer der ältesten Bestandtheile derselben ist. Wir finden ihn im Glimmer, Magneteisen, Sanidin eingewachsen, und in der innigsten Gesellschaft mit diesen Mineralen, mit Augit und Hornblende gruppirt. Im Laacher Trachyt ist er stets besser ausgebildet, frischer und einschlussfreier als in den Noseaniten, und hat meist eine tiefere Farbe. Hier kommen bei weitem die meisten Zwillingsdurchschnitte vor. In anderen Auswürflingen sieht man oft den Umriss eines in Körner zerspaltenen Titanitkrystalls, dem die ursprüngliche Mitte und ein Theil des Randes fehlen, und dafür mit Orthoklas ausgefüllt sind, und an welchem die noch vorhandenen körnigen Partien stark abgerundet sind. Aus dergleichen Beispielen kann man wie beim

Digitized by Google

Olivin, Augit und Melanit den Schluss ziehen, dass der körnige Titanit, der so häufig in den Auswürflingen vorkommt, von den ursprünglichen Gesteinen vor deren Umbildung herstamme und durch die vulcanische Hitze zerborsten, abgerundet und zum Theil aufgelöst worden ist.

Zirkon.

In den Laacher Auswürflingen treffen wir den Zirkon gar nicht selten, und zwar in Drusen als an einem oder beiden Enden wohl ausgebildete Krystalle, noch häufiger in der Gesteinsmasse selbst als abgerundete Körner. Er ist als aufgewachsener Krystall gewöhnlich langsäulenförmig und weist dann die Flächen ∞P (110) und P(111), zuweilen auch noch eine steilere Pyramide[1]) auf. Seltener kommt er mit sehr untergeordnetem oder fehlendem Prisma ∞P (110), umschlossen von P(111) und $\infty P\infty$ (100) vor, auf- und eingewachsen. Seine Grösse nach Wolf „schwankt von 1 Millimeter bis 4 Linien, 10 Millimeter, gewöhnlich bleiben aber die Krystalle unter 1 Linie zurück", ja sie kommen zuweilen noch viel kleiner vor; mitunter sind sie nadelförmig. Seine Farbe ist eine weisse, selten eine rothe, welch letztere in der Regel, doch nicht immer, im Sonnenlichte bald erblasst; sehr selten ist sie grün. In der pyramidalen Form ist der Zirkon öfters wasserklar und farblos bis grau. In dieser Form begleitet er häufig den Azor-Pyrrhit, und wird bei diesem Mineral von mir noch etwas ausführlicher besprochen.

Im Dünnschliffe kommt der Zirkon recht häufig vor. Niemals sah ich ihn hier in den sogenannten Sanidinbomben, wohl aber öfters im Laacher Trachyt als gut ausgebildeten säulenförmigen Krystall. Er erscheint als Durchschnitt eines pyramidalen Krystalles, häufiger aber als Durchschnitt eines Fragments, an dem zuweilen der Umriss von 2 oder 3 Flächen noch wohl erhalten ist, ist gewöhnlich von Glasblasen erfüllt und von unregelmässigen Rissen durchzogen. Er zeigt eine sehr rauhe Oberfläche und ist gar nicht pleochroitisch. In demselben Schliff mit Titanit und zum Unterschiede von diesem (wie bei letzterem gesagt wurde), zeigt der Zirkon unter starker Vergrösserung kleine wellenförmige farbige Linien, während diese Erscheinung beim Titanit fehlt. Er kommt im Melanit, Nephelin, Sanidin, Magneteisen eingewachsen vor.

---

[1]) Wahrscheinlich $3P$ oder $5P$.

Digitized by Google

In der Poppelsdorfer Sammlung befindet sich ein Auswürfling, worin auf Orthit ein schöner Zirkonkrystall aufgewachsen sitzt. Auch habe ich ihn im Glimmer liegend gesehen, von einer tiefrothen Farbe, an beiden Enden schön ausgebildet. Viele Zirkone erhalten wohl ihre Farbe von zersetztem Glimmer und verlieren dieselbe im Sonnenlichte nicht, denn sowohl rothe als farblose kommen in der Nähe des letzteren in derselben Druse vor. Die an beiden Enden gut ausgebildeten Zirkone sitzen theils aufrecht, theils auf einer Prismenfläche liegend in Drusen, in und auf einer zersetzten Gesteinsmasse, welche die Wände dieser Drusenräume auskleidet, und haben das Aussehen als wenn sie ihre ursprüngliche Stellung nicht mehr inne hätten, als wenn sie aus derselben durch Zersetzung oder Umbildung der Gesteinsmasse herausgebracht wären. Das ist besonders auffällig in orthit- und nosean-führenden Gesteinen, und ist ein Umstand, der im Zusammenhang mit der vollkommenen Ausbildung dieser Zirkone für ihr hohes Alter spricht. Wahrscheinlich ist es, dass sie hier im ursprünglichen Gesteine vor der Noseanbildung existirten. Dass einige Zirkone mit dem Sanidin gleichalterig sind, ist auch zweifellos, denn sie sitzen im letzteren eingebettet neben Azor-Pyrrhit und dieser eingesenkt in ihnen.

Azor-Pyrrhit.

Ein häufiger Begleiter des Titanits und des Noseans in den Lesesteinen des Laacher Sees ist ein Mineral, welches in pomeranzgelben bis dunkelrothen, in der Regel sehr winzigen Kryställchen vorkommt. In mehreren Auswürflingen sah ich diese mit der Lupe, im Dünnschliffe kommen sie unter dem Mikroskope noch öfter zum Vorschein, jedoch sind sie hier so klein, dass zuweilen ein ganzes Kryställchen im Schliffe rundum eingebettet liegt. Einmal sah ich zwei dieser winzigen Gebilde auf einem Körnchen Titanit sitzen, welche kaum 0·03 Millimeter massen. Die gelben Kryställchen haben einen starken Glasglanz und irisiren zuweilen recht deutlich, die dunkleren im Gegentheil haben meistens nur Metallglanz oder sie sind metallschillernd. Die fast ausschliessliche Form, in der dieses Mineral auftritt, ist die des Oktaëders. Zweimal sah ich, ausser der Oktaëderfläche, die des Rhombendodekaëders. Häufig sind zwei Oktaëder gleicher Grösse in nahezu oder ganz paralleler Stellung mit einander so verwachsen, dass die beiden Individuen von einander

Digitized by Google

makroskopisch kaum zu unterscheiden sind. Diese Verwachsung gibt sich durch eine Knickung kund, welche quer und unregelmässig über die Oktaëderfläche verläuft. Bei näherer Prüfung sieht man auch die dicht an einander liegenden Oktaëderecken. In anderen Fällen sind die Individuen ungleich gross, und die Fläche des einen ragt um ein sehr Geringes aus der entsprechenden Fläche des anderen empor. Die entsprechenden Flächen der gleich grossen Krystallpaare stehen zu einander in der Regel etwas geneigt. Eine solche Abweichung von Parallelität habe ich bis zu circa anderthalb Grad beobachtet. Die einzelnen Oktaëder kommen nicht selten mit ungleich entwickelten Flächenpaaren vor, sie sind nach einer Zwischenaxe ausgedehnt. Dieses Mineral ist dasselbe, welches Wolf[1]) für rothen Spinell gehalten und beschrieben hat, obgleich er anerkennt, dass seine mineralogische Untersuchung ohne chemische Analyse für diesen Namen „keine volle Sicherheit gewähren kann".

An einem der spiegelnden gelben Kryställchen, welches eine Grösse von circa 0·75 Millimeter hatte, habe ich die Winkel gemessen[2]):

$$(111):(11\bar{1}) = 109^0\,34'$$
$$(11\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 70^0\,23'$$
$$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}1) = 109^0\,22'$$
$$(\bar{1}\bar{1}1):(111) = 70^0\,41'.$$

Zwischen gekreuzten Nicols verhalten sich die Laacher Krystalle ganz isotrop. Demnach gehören sie unzweifelhaft dem regulären Systeme an.

---

[1]) Zeitschr. d. D. G. G. 1868, XX, pag. 28.

[2]) Ein Pyrrhit-Kryställchen von San Miguel wurde von mir gleichfalls gemessen und ergab folgende Winkel:

$$(111):(11\bar{1}) = 109^0\,18'$$
$$(11\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 70^0\,51\tfrac{1}{2}'$$
$$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}1) = 109^0\,11'$$
$$(\bar{1}\bar{1}1):(111) = 70^0\,40'$$
$$(111):(\bar{1}11) = 109^0\,38'$$
$$(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 70^0\,21\tfrac{1}{2}'$$

Resultate, welche mehr von den Winkeln des regulären Systems abweichen, als die am Laacher Krystalle gemessenen. Noch in höherem Grade weicht eine der Messungen Schrauf's an San Migueler Krystallen von dem Winkel des regulären Systems ab. Er erhielt die Winkel 70° 40′, 69° 40′, 109° 20′ (Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. zu Wien, 1871, 1. Abth., pag. 187). Der Pyrrhit von San Miguel kommt auch als Doppelkrystall, wie oben beschrieben, vor, und könnten vielleicht die Schwankungen in den Winkeln auf einer ähnlichen, äusserlich nicht sichtbaren Verwachsung beruhen.

Digitized by Google

In der Hoffnung, mit der Zeit eine genügende Menge dieser Substanz sammeln zu können, um eine Analyse derselben zu machen, habe ich mich bisher der meisten üblichen Prüfungen mit der Perle und auf nassem Wege enthalten. Trotzdem glaube ich doch auf Grund mehrerer Eigenschaften derselben ihre Identität mit dem Spinell bezweifeln zu müssen.

Das specifische Gewicht wurde auf folgende Weise annähernd ermittelt. In eine borwolframsaure Cadmium-Lösung vom specifischen Gewicht 3·3, welche in einem langen Röhrchen sich befand, brachte ich eines der oben beschriebenen Kryställchen mit Bruchstücken folgender Minerale, welche in Grösse und Form ihm so nahe kamen, als ich sie machen konnte, nämlich Eisenspath (spec. Gew. 3·7—3·9), Kupferkies (spec. Gew. 4·1—4·3), Chlorospinell (spec. Gew. 3·59), Ceylanit (spec. Gew. 3·65), Fayalit (spec. Gew. 4—4·16) und Zirkon (spec. Gew. 4·53). Diese Krystallfragmente, von der Oberfläche der Lösung gleichzeitig ausgehend, fielen zu Boden des Röhrchens in folgender Reihe: Zirkon, Laacher Krystall und Kupferkies gleichzeitig, Fayalit, Ceylanit, Eisenspath, Chlorospinell — also in der Reihe nach ihrem specifischen Gewicht. Das specifische Gewicht unseres Minerals ist demnach annähernd das des Kupferkieses, liegt also zwischen 4·1 und 4·3, und hiernach ist dasselbe von Spinell, nach den neuesten Angaben, nicht zu unterscheiden. Nach Rosenbusch[1]) ist das spec. Gew. des Spinells 3·6—4·5. Obgleich diese Methode keinen Anspruch auf Genauigkeit machen kann, so ist sie doch von praktischer Anwendbarkeit und ergibt, wie ich durch mehrere Versuche mich überzeugt habe, recht gute Resultate.

Die Härte unseres Minerals wurde dadurch ermittelt, dass eine Stahlnadel, welche Apatit, aber nicht Hornblende zu ritzen vermochte, eines der kleinen Kryställchen ganz leise ritzte. Dessen Härte ist 5·5—6. Die des Spinells ist 7·5—8. Das fein gepulverte Mineral löste sich in heisser concentrirter Schwefelsäure, wodurch sich dasselbe wieder von Spinell unterscheidet.

Die Krystalle sind spröde und haben einen muscheligen Bruch. Eine Spaltbarkeit konnte ich an denselben nicht constatiren, obgleich wegen deren Winzigkeit diesem Umstande kein besonderes Gewicht beizulegen ist. Sie kommen in den Auswürflingen im Sanidin,

[1]) Physiographie, pag. 255.

Digitized by Google

Nephelin und Glimmer eingewachsen, sehr häufig auf gerundeten Titanitkörnern, sowie im Zirkon, Magneteisen und Nosean eingebettet, halb ein-, halb aufgewachsen, vor. Wolf hat sie auch auf Hornblende, Augit und Skapolith aufgewachsen gesehen. Manchmal kommen sie eingewachsen in Sanidinkrystallen vor, welche das Aussehen eines höheren Alters haben, neben welchen Nosean und secundärer Sanidin sich befinden. Ebenfalls kommen sie in Nosean-freien Nephelin-reichen Gesteinen vor.

Vor dem Löthrohr in der Reductionsflamme werden die gelben Kryställchen dunkler, beim Erkalten wieder heller, nach starkem Glühen aber andauernd tief roth und verlieren ihren starken Glanz, ein Verhalten, welches das Vorkommen derselben in verschiedenen Farbentönen zwischen gelb und roth in den Auswürflingen im Zusammenhang mit Glas und sonstigen Spuren einer Hitzeeinwirkung leicht erklärt.

Wie beim Zirkon und Titanit kommen auch Bruchstücke oder grössere Kryställchen von diesem Mineral im Dünnschliffe zum Vorschein. Einmal sah ich neben Sanidin und Nosean und viel Glas und Schlacke einen unregelmässig contourirten Schnitt, vermuthlich eines solchen Oktaëders, welcher 0·45 Millimeter lang und 0·31 Millimeter breit war. Die Oberfläche war etwas weniger rauh als beim Titanit, der Krystallrand uneben und angeschmolzen, und ein Theil desselben abgebrochen. Die Mitte war hohl, und an den inneren Wänden war die Farbe tief gelb. Der Krystall war wenig durchscheinend und führte einige undeutlich markirte Gasblasen. Abgesehen von seinem isotropen Verhalten und Farbe erinnerte dieser Schnitt an den Titanit. Die Farbe der Masse mit Ausnahme der Mitte derselben war dunkelroth. Gewöhnlich sind solche Schnitte aber tiefgelb und vielfach wolkig.

Im Jahre 1839 hat G. Rose ein einziges Vorkommnis eines Minerals von Alabaschka bei Mursinsk im Ural beschrieben [1]), welches in einer Feldspathdruse neben Lepidolith, Albit und weissen Topaskrystallen in winzigen pomeranzgelben, glasglänzenden Krystallen von der Härte des Feldspaths vorkam. Dieses Mineral hat Rose Pyrrhit genannt, und dasselbe, obgleich seine chemische Zusammensetzung nicht ermittelt wurde, als vermuthlich mit dem

[1]) Pogg. Ann. 1840, Vol. XLVIII, pag. 562.

Digitized by Google

Pyrochlor verwandt zu diesem gestellt. Später, in den Jahren von 1844 bis 1847, hat J. E. Teschemacher ein Mineral von San Miguel in den Azoren untersucht [1]) und für Pyrrhit gehalten, welches im Jahre 1850 von A. A. Hayes vor dem Löthrohr und auf nassem Wege geprüft wurde. [2]) Letzterer glaubte, dasselbe sei eine Verbindung wesentlich von Niobsäure und Zirkonsäure. Im Jahre 1870 beschrieb vom Rath ein äusserlich ähnliches Vorkommen auf Orthoklas von der Insel Elba [3]), welches er zu dem Pyrrhit Rose's, trotz einiger Unterschiede, stellen zu dürfen glaubte, obgleich er die Möglichkeit nicht ausschloss, dass es ein anderes, neues Mineral sein könnte. Im Jahre 1871 untersuchte Schrauf den Pyrrhit von San Miguel, mass einige Winkel des regulären Systems daran, und bestimmte dessen Härte als circa 5·5. [4]) Im Jahre 1881 veröffentlichte A. Corsi die Resultate seiner Untersuchung eines Minerals von Elba, welches angeblich nicht der Elbaner Pyrrhit von vom Rath war. („Non siamo in presenza dunque nei pezzi da me studiati della Pirrite del Rath, ma sibbene della Microlite o anche di qualche specie affine.“ [5]) Corsi hält dieses Vorkommnis auf Grund seiner Härte, Farbe, specifischen Gewichts und chemischen Beschaffenheit für Mikrolith, also eine wesentlich tantalsaure (nach Dunnington [6]) 68·43 Procent) Verbindung, und stellt den Pyrrhit von Rose, sowie merkwürdiger Weise den von vom Rath auch zum Mikrolith, während er das San Migueler Mineral für etwas Anderes hält. Ohne weiter auf Corsi's Versuche einzugehen, indem wir uns seiner Ansicht anschliessen, so steht eigentlich nach der Vereinigung des ursprünglichen Pyrrhits Rose's mit dem Mikrolith das San Migueler Mineral ohne Namen da. Indessen ohne festere Aufschlüsse über seine chemische Zusammensetzung müssen wir vorläufig an dem alten Namen festhalten, oder wir können das Mineral, um es von den anderen zu unterscheiden, als Azor-Pyrrhit bezeichnen.

Das oben beschriebene, von Wolf als rother Spinell bezeichnete Laacher Vorkommnis hat nun zwei Eigenschaften, welche es

---

[1]) J. Nat. Hist. Boston. 1844, Vol. IV, pag. 499; Proc. 1846, Vol. II, pag. 108.

[2]) Am. Journ. of Science and Arts. 1850, Vol. IX, pag. 423.

[3]) Die Insel Elba, pag. 672.

[4]) Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. zu Wien. 1871, 1. Abth. pag. 187.

[5]) R. Comitato Geolog. d'Italia. 1881, Boll. 11 e 12, pag. 567.

[6]) Am. Chem. J. 1881, 3, 130.

Digitized by Google

wahrscheinlich machen, dass dasselbe nicht Spinell sei, nämlich seine Löslichkeit in Schwefelsäure und seine Härte (5·5), welche weit niedriger ist als die des Spinells (7·5—8). Sein isotropes Verhalten unter anderem lässt es auch nicht als Perowskit deuten. Dass es nicht Mikrolith ist, sehen wir aus seinem specifischen Gewicht (4·2 gegen 5·5 für letzteren). Seine Farbe, Härte, eigenthümliche oben beschriebene Verwachsung und sein Verhalten vor dem Löthrohr stimmen ziemlich gut mit denen des Azor-Pyrrhits überein, und zu diesem möchte ich es vorläufig stellen. Indessen muss ich auf einen Umstand aufmerksam machen, der die Annahme einer nahen Verwandtschaft mit dem Azor-Pyrrhit — wenn wir mit Hayes letzteren für eine wesentlich niobsaure Zirkonerde halten — vielleicht nicht rechtfertigt. Unser Laacher Mineral tritt in Sanidinbomben im innigsten Verhältnis mit Titanit auf. Auch habe ich dasselbe einmal auf einem nadelartigen Kryställchen aufsitzend gesehen, welches ich für Rutil hielt. Nun, gerade dieses Auftreten auf abgerundeten Titanitkörnern in auf vulcanischem Wege umgebildeten Gesteinen, in denen der Titanit offenbar ein älterer Bestandtheil ist, legt die Vermuthung nahe, dass diese Körner das Material zur Bildung unserer Oktaëderchen hergegeben haben, und dass letztere wesentlich eine Titanverbindung sind. Auch Teschemacher hielt das San Migueler Mineral für eine solche Verbindung.

In diesem Zusammenhange ist es interessant, dass in mehreren Auswürflingen des Laacher Sees neben dem eben beschriebenen Azor-Pyrrhit weisse, hellgelbgrüne oder wasserklare, ganz kleine, bis zu 1 Millimeter grosse, im Sanidin zur Hälfte eingesenkte Zirkonkrystalle von dem pyramidalen Typus vorkommen, bei welchen zum Theil das Prisma $\infty P(110)$ als sehr schmale, durch $\infty P\infty(100)$ abgestumpfte Fläche auftritt. Auch kommt dabei eine steilere Pyramide, wahrscheinlich $3P(331)$, vor. Zirkonkrystalle dieser Form — einer am Laacher See sehr seltenen — sind, wenn sie in Begleitung des Laacher Azor-Pyrrhits vorkommen, denen des sogenannten Azorits sehr ähnlich, welcher auf San Miguel den Azor-Pyrrhit begleitet. In derselben Weise, wie ich es beim Azor-Pyrrhit vom Laacher See gemacht, habe ich das specifische Gewicht des Azorits von San Miguel und der oben genannten kleinen Zirkone annähernd bestimmt. Es hat sich in beiden Fällen gleich dem eines Zirkons

Digitized by Google

aus Nord-Carolina ergeben, welches ich für sich nachher zu 4·53 bestimmte.

An einem der Laacher Zirkone habe ich folgende Winkel gemessen:

$$\left.\begin{array}{l}(1\bar{1}1):(1\bar{1}0) = 132^0\,41' \\ (1\bar{1}\bar{1}):(1\bar{1}0) = 132^0\,\ 8' \\ (11\bar{1}):(110) = 132^0\,21' \\ (111):(110) = 132^0\,14'\end{array}\right\}\text{ gegen } 132^0\,10', \text{ den theoretischen Werth.}$$

$(1\bar{1}1):(111) = 122^0\,58'$, gegen $123^0\,19'$, den theoretischen Werth.

Schrauf hat am Azorit unter anderen folgende Winkel gemessen [1]):

$$(111):(110) = 132^0\,30'$$
$$(1\bar{1}1):(111) = 123^0\,15'$$

und dieser Forscher meint, die geringe Härte dieses Minerals, welche er auf 5—6 bestimmte, hinderte die Identificirung desselben mit Zirkon.

An den kleinen Laacher Krystallen konnte ich nicht in befriedigender Weise die Härte des Zirkons nachweisen. Meine Versuche bestanden darin, dass ich ein Kryställchen in ein Stück Blei einsenkte, und mit demselben konnte ich Feldspath, aber nicht Quarz ritzen, wahrscheinlich weil bei vermehrtem Drücken das Blei zu stark nachgab. Hiernach wäre die Härte nur 6·5—7, aber sie wird wohl höher sein.

Einer der San Migueler Azorite wurde auf eine Glasplatte in ein Gemisch von Wachs und Canada-Balsam gebracht, und erwies sich als gleich hart mit dem Laacher Zirkon, also 6·5—7. Teschemacher hat dagegen die Härte des Azorits auf 4, Schrauf dieselbe, wie schon erwähnt, auf 5—6 bestimmt.

Die winzigen Laacher Zirkone besitzen, wie ich zufälliger Weise, freilich nur an einem Kryställchen beobachten konnte, eine deutliche Spaltbarkeit nach der Pyramide, während an dem Paar Azoritkrystallen, die mir zur Verfügung standen, ich eine Spaltbarkeit nicht beobachtete.

Da nun die Krystallform des Azorits von San Miguel und des Laacher Zirkon so nahe die für den normalen Zirkon bestimmte und angenommene, und die Härte, sowie das specifische Gewicht beider Minerale gleich ist, und da die von Hayes ausgeführten

[1]) Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1871, 1. Abth., pag. 189.

Digitized by Google

Prüfungen[1]), nach den Worten Schrauf's, „nicht hinreichend sind, dass Azorit wirklich aus columbsaurem Kalke bestehe", so liegt die Vermuthung nahe, dass beide Minerale identisch sind, also beide Zirkone. Jedenfalls wäre es wünschenswerth, den Azorit einer genaueren chemischen Prüfung zu unterziehen. Wenn es sich herausstellen sollte, dass dieser blos Zirkon sei, so wäre das Zusammenvorkommen von gleichen Formen desselben mit Azor-Pyrrhit auf San Miguel und am Laacher See eine sehr interessante Thatsache. Corsi hat auch Zirkon in winzigen Krystallen in Begleitung des Elbaner Mikroliths beobachtet.

Nephelin.

Der Nephelin gehört zu den selteneren Mineralen der Laacher Auswürflinge. Unter 260 von mir untersuchten Schliffen tritt er nur viermal auf, zweimal in Noseaniten, dabei einmal in Begleitung von Sanidin, Zirkon, Magneteisen, Augit, Skapolith und viel Glimmer. In diesem Gestein erschien er in derben eingesprengten Körnern. Im zweiten Falle war ausser den oben genannten Mineralen auch noch Azor-Pyrrhit vorhanden und hier erschien der Nephelin zum Theil in schön ausgebildeten, wasserklaren, glasglänzenden Krystallen, welche Prisma und Basis, sowie diese zusammen mit der Pyramide zeigten. Die Krystalle sind in der Regel kurzprismatisch ausgebildet und kommen bis zu einer Grösse von 5—7 Millimetern vor. Manche sind bräunlich trüb bis durchscheinend und angeschmolzen und haben einen Fettglanz. Im Dünnschliffe ist der Nephelin hell durchsichtig, zwischen gekreuzten Nicols grau und schwach doppelbrechend. Der Nephelin zeigt vielfach eine Umrandung von Schlacke und Gasblasen und hatte wohl von einer späteren Hitze zu leiden. Von einer Zeolithisirung des Nephelins in diesen Auswürflingen sah ich bisher keine Spur.

Skapolith.

Unter den von mir untersuchten, Nosean-führenden Gesteinen finden sich drei, welche Skapolith enthalten. In dem einen begleiten denselben Orthoklas, Nosean, Zirkon, Magneteisen, Titanit und Glimmer, in dem zweiten Orthoklas, Zirkon, Magneteisen, Glimmer, Augit und Nephelin. In diesen beiden Fällen ist das Gestein dicht,

[1]) Amer. J. of Science and Arts. 1847, 2. Ser., Vol. III, May, pag. 32.

Digitized by Google

von einer hellgelben Farbe und die Skapolithe sind alle eingesprengt und als solche selbst mit der Loupe gegen die anderen Bestandtheile nicht erkennbar. Im dritten Stück kommen ausser Skapolith Orthoklas, Nosean, Zirkon, Magneteisen, Azor-Pyrrhit und Nephelin vor. Hier erscheint der Skapolith nicht nur als eingesprengtes Korn, sondern, wenn auch selten, ebenso als wohl ausgebildeter, in Drusen aufgewachsener Krystall. An und nahe der äusseren Umrandung des Auswürflings sind die zum Theile aufgewachsenen Krystalle milchig weiss, zersetzt, sonst sind sie frisch und nur hin und wieder angeschmolzen und abgerundet. Sie erscheinen meistens in Säulen, nach Wolf bis zu einer Länge von 12 Millimetern und von 6 Millimetern bis zu 1 Millimeter Dicke, sie sind von 8 oder 12 Flächen begrenzt und wo überhaupt am Ende ausgebildet, zeigen sie undeutliche mattschimmernde und stumpfe Pyramidenflächen, welche fast nie messbar sind. Die frischen Krystalle sind trüb und farblos bis hellbräunlich und haben einen Fett- bis Glasglanz. Unter dem Mikroskope zeigen sich in Längsschnitten zahlreiche unregelmässige, der Basis nahezu parallele Risse, von denen die an den Prismenflächen wahrnehmbare horizontale Streifung wohl herrührt. Hier sieht man auch viele farblose, kurze Einlagerungen parallel der Verticalaxe, höchstwahrscheinlich Gasblasen, zu denen sich auch noch andere rundliche und unregelmässige Gasblasen gesellen. In diesem Umstande ist wohl die Ursache des niedrigen specifischen Gewichtes dieser Krystalle zu suchen. Das letztere habe ich mit der borwolframsauren Cadmiumlösung auf 2·42 bestimmt; vom Rath hatte dasselbe für ein in seinem Aeusseren gleiches Mineral auf 2·447 bestimmt.

Im Dünnschliffe erscheint er in der Form von unregelmässigen Körnern, meist aber in langen Säulen, nie mit schönen, geraden Grenzflächen, sondern im allgemeinen von einem zerfressenen und angegriffenen Aussehen und von Glas und von Gasblasen umrandet. Er erfüllt sehr häufig unregelmässige Zwischenräume zwischen anderen Mineralen.

In Schnitten nahezu parallel der Basis nimmt man eine unvollkommene Spaltbarkeit, gewöhnlich stärker nach zwei Richtungen hin als nach der dritten, jene unter gleichen Winkeln kreuzenden, wahr. Die Spaltlinien sind sehr nahe beisammen und verhältnismässig kurz und sehen aus, als wenn ein ganz feiner opacitischer

Digitized by Google

Staub ihnen parallel eingelagert wäre. Ausser diesen Spaltlinien ziehen auch noch unregelmässige Spalten durch die Masse hindurch, welche von einer dunklen Schlacke erfüllt sind. Solche basische Schnitte des Skapoliths sind auf den ersten Blick mit Nephelin sehr leicht zu verwechseln, unterscheiden sich jedoch von letzterem durch ihre weit stärkere Doppelbrechung. Längsschnitte des Skapoliths zeichnen sich durch ihre lebhafte Polarisationsfarbe aus.

Als Einschlüsse sind Zirkonbruchstücke und Azor-Pyrrhit-oktaëder, sowie kleine Glas- und Schlackenpartien zu erwähnen, vor allem aber Nosean- und Sanidinreste. Letztere geben uns Bescheid über das relative Alter des Skapoliths, des Noseans und des Orthoklases.

Diese Feldspatheinschlüsse im Skapolith haben einen dünnen Saum von Glaseinschlüssen, sie löschen alle gleichzeitig oder in Gruppen aus, in einer Weise, dass man sehr deutlich die Lage der eingeschmolzenen Feldspathkrystalle noch erkennen kann (Taf. VI, Fig. 3). Diese Erscheinung kommt nicht nur in Nosean-führenden Gesteinen, sondern auch in solchen vor, in denen jetzt kein Nosean nachzuweisen ist. Hier sind die angrenzenden Orthoklase zum Theil klein und wahrscheinlich neu ausgeschieden (Sanidine), zum Theil gross und körnig, was auf eine feuerige Entstehung des Skapoliths hindeutet. Bemerkenswerth ist ferner das Vorhandensein von Azor-Pyrrhit in grosser Menge in diesem Gesteine. Ausser diesen Mineralen sind auch noch Glimmer, Magneteisen und Titanit vorhanden.

Diese Beobachtungen liessen es wichtig erscheinen das Alter des Skapoliths und Nephelins, wenn irgend möglich, in Bezug auf das des Noseans und secundären Sanidins zu bestimmen. In dem ersten Schliffe dieses Gesteins war kein bündelförmiger Sanidin vorhanden und konnte somit diesbezüglich kein sicherer Schluss gemacht werden. Zwei fernere Schliffe desselben aber lieferten den erwünschten Sanidin zwar in geringer Menge, jedoch in schönen Krystallen an ältere Sanidine kreis- und schuppenförmig angewachsen, und um mehrere dieser Bündel und Gruppen findet sich der Skapolith angelagert. Hier ist auch Nosean mehrfach im Skapolith zu sehen, sowie etwas Schlacke und Glaseinschlüsse am Rande der eingeschlossenen Nosean- und Sanidinkrystalle. Der Nosean hat auch hier seine charakteristischen Magneteiseneinschlüsse noch, welche jedoch fast alle roth oder gelb sind, zum Theil förmliches Glas und auch er hat vielfach das Aussehen einer Glasmasse,

Digitized by Google

da er die oben erwähnten gebogenen Risse enthält. Im älteren Sanidin und im Skapolith befinden sich mehrere Azor-Pyrrhit-oktaëder. Wir sehen also, dass in diesem Gesteine die obigen Bestandtheile in folgender Ordnung entstanden sind: Sanidin, Nosean, Azor-Pyrrhit und secundärer Sanidin, Skapolith. Jedoch eine streng gesetzliche Reihenfolge in der Bildung dieser Minerale in allen (Laacher) Noseaniten dürfen wir trotzdem wohl nicht annehmen. Eine Verschiedenheit der örtlichen Bedingungen kann sehr leicht geherrscht haben, die fortdauernde oder oft wiederkehrende Hitze muss ja ihre Schmelzwirkungen zu verschiedenen Zeiten ausgeübt haben und die neue Krystallisation ging wieder von statten. Der Skapolith erscheint oben als jüngstes Glied der Ausscheidungen, während der Azor-Pyrrhit älter ist als der Nephelin, jedoch hat Wolf Azor-Pyrrhit (rothen Spinell) auf Skapolith aufgewachsen gefunden. Das relative Alter des Nephelins konnte nicht mit Sicherheit ermittelt werden.

Dies sind, in Kürze besprochen, die Erscheinungen, welche man an einigen Bestandtheilen der Nosean-führenden Auswürflinge des Laacher Sees beobachtet. Die übrigen Bestandtheile dieser Gesteine hoffe ich bei einer anderen Gelegenheit zu besprechen.

Folgendes sind die Ergebnisse und Schlussfolgerungen der vorliegenden Arbeit:

In den Laacher Auswürflingen ist der Nosean zum grössten Theil ein Drusenmineral, bei dessen Bildung in einem trachytähnlichen Gestein neuer Sanidin vielfach entstanden ist. Letzterer, in Begleitung des Noseans, zeichnet sich dadurch aus, dass er sich in radialstrahligen, bündelförmigen Aggregaten gruppirt oder an ältere Sanidine angereiht hat. Der Skapolith erscheint ebenfalls als Feuerproduct und ist erst nach dem Nosean und dem Sanidin entstanden. Der Zirkon und der Titanit sind als ursprüngliche Bestandtheile dieser Gesteine zu betrachten. Das von Wolf für rothen Spinell gehaltene Mineral ist dem Pyrrhit von San Miguel anzureihen und mag wohl titanhaltig und vielleicht als Neubildung aus zersetztem Titanit entstanden sein. Dieses Vorkommnis, welches wir als Azor-Pyrrhit bezeichnen, wird in den Laacher Auswürflingen von winzigen Zirkonkrystallen des pyramidalen Typus begleitet, mit denen der sogenannte Azorit von San Miguel in seinen physikalischen Eigenschaften übereinstimmt.

Mineralogisches Institut der Universität Bonn, August 1886.

Digitized by Google

Erklärung der Tafel V.

Fig. 1. Nosean zwischen Sanidinkörnern. Vergr. 66.
„ 2. Nosean zwischen Sanidinkörnern. Vergr. 72.
„ 3. Bündelförmiger Sanidin im Noseanit, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.
„ 4. Sanidin im Noseanit, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.
„ 5. Sanidin, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.
„ 6. Sanidin im Noseanit, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.

Erklärung der Tafel VI.

Fig. 1. Bündelförmiger Sanidin und Nosean mit Einschlüssen von Feldspath, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.
„ 2. Alter Sanidin mit angewachsenen neuen Sanidinleisten, und Nosean bei gekreuzten Nicols. Vergr. 48.
„ 3. Skapolith mit Einschlüssen von Sanidin, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.
„ 4. Olivinkrystall mit gefransten Rändern im Laacher Trachyt, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.
„ 5. Sanidinkörner und Glas, bei gekreuzten Nicols; Uebergang zum Laacher Trachyt. Vergr. 24.
„ 6. Sanidin mit Löchern, bei gekreuzten Nicols. Vergr. 24.

Erklärung der Tafel VII.

Fig. 1. Knotenschiefer mit eingekeiltem Sanidingestein. $^4/_5$ natürlicher Grösse.
„ 2. Reste eines Knotenschiefers mit hellem Sanidingestein. Natürliche Grösse.

Digitized by Google

XIV. Beiträge zur Mineralogie Tirols.

Von **A. Cathrein.**

I. Bergkrystall von der Stillupp.

Im verflossenen Sommer fand sich in einer Krystallhöhle der Stillupp, einer der Gründe, in welche sich das Zillerthal bei Mayerhofen spaltet, ein wasserheller, an beiden Enden ausgebildeter 24 × 12 Millimeter grosser Bergkrystall, mit dem ein ebensolcher kleinerer in fast paralleler Lage seitlich verwachsen ist.

Bei dem relativen Flächenreichthum dieser Krystalle erscheint eine Beschreibung umso gerechtfertigter, als aus der Literatur nur spärliche und unbestimmte Angaben über die Krystallformen der Tiroler Quarze zu verzeichnen sind. So erwähnen Liebener und Vorhauser[1]) am Bergkrystall von Ahrn im Pusterthal die in der Richtung der Scheitelkanten und zur Säule entrandeckte Kernform (Rhomboëder) und am Vorkommen vom Rothenbachl in Pfitsch die Doppelpyramide.

Nach v. Zepharovich[2]) erscheint an einem Bergkrystall, angeblich von Kals, ausser $+R$ und $-R$, $P\frac{3}{2}$, am Morion von Pfitsch die Combination $\pm R . \infty P . 6P\frac{6}{5} . 2P2 . -6R . +4R$. Schliesslich beschreibt Groth[3]) wasserhelle Krystalle aus dem Pfitschthal mit den Flächen x, u, u' $\left(\frac{6P\frac{6}{5}}{4}, \frac{4P\frac{4}{3}}{4}, -\frac{4P\frac{4}{3}}{4}\right)$ und gross entwickelten steileren Rhomboëdern, ferner von Sterzing wasserhelle Krystalle mit den gewöhnlichen Rhomboëder- und Trapezoëderflächen.[4])

Die an vorliegenden Krystallen bei grösseren Flächen mit dem Anlegegoniometer, bei kleineren mit dem Reflexionsgoniometer ausgeführten Messungen ergaben die Combination $rpzoo'tt'xyus$.

---

[1]) Die Mineralien Tirols. Innsbruck 1852, pag. 212 u. 213.

[2]) Mineralogisches Lexikon für das Kaiserthum Oesterreich. II, pag. 262.

[3]) Die Mineraliensammlung der Universität Strassburg. 1878, pag. 96 u. 97.

[4]) Das flächenreiche Rauchquarzvorkommen vom Obersulzbachthal wurde hier nicht berücksichtigt, weil genanntes Thal nicht in Tirol, sondern in Salzburg liegt.

Digitized by Google

Beobachtete Formen:	Gemessene Winkel:	Berechnete Winkel ($a:c = 1:1{\cdot}0999$):
$r = (10\bar{1}0) \infty R$	$p:p = 10\bar{1}1 : \bar{1}101 = 85^0 40'$	$85^0 45'$
$p = \rho(10\bar{1}1) + R$	$z:p = 01\bar{1}1 : 10\bar{1}1 = 46^0 15'$	$46^0 16'$
$z = \rho(01\bar{1}1) - R$	$r:z = 10\bar{1}0 : 01\bar{1}1 = 38^0 30'$	$38^0 13'$
$o = \rho(30\bar{3}1) + 3R$	$o:p = 30\bar{3}1 : 10\bar{1}1 = 23^0 50'$	$23^0 31'$
$o' = \rho(03\bar{3}1) - 3R$	$o':z = 03\bar{3}1 : 01\bar{1}1 = 23^0 41'$	$23^0 31'$
$t = \rho(40\bar{4}1) + 4R$	$t:p = 40\bar{4}1 : 10\bar{1}1 = 27^0\ 5'$	$27^0\ 5'$ [1])
$t' = \rho(04\bar{4}1) - 4R$	$t':z = 04\bar{4}1 : 01\bar{1}1 = 27^0 19'$	$27^0\ 5'$
$x = \tau\rho(6\bar{1}\bar{5}1) + \frac{6P\frac{6}{5}}{4} l$	$x:z = 6\bar{1}\bar{5}1 : 1\bar{1}01 = 54^0 46'$	$54^0 51'$
$y = \tau\rho(5\bar{1}\bar{4}1) + \frac{5P\frac{5}{4}}{4} l$	$y:z = 5\bar{1}\bar{4}1 : 1\bar{1}01 = 52^0 11'$	$52^0 17'$
$u = \tau\rho(4\bar{1}\bar{3}1) + \frac{4P\frac{4}{3}}{4} l$	$u:z = 4\bar{1}\bar{3}1 : 1\bar{1}01 = 48^0 17'$	$48^0 23'$
$s = \tau\rho(2\bar{1}\bar{1}1) \quad \frac{2P2}{2} l$	$s:p = 2\bar{1}\bar{1}1 : 10\bar{1}1 = 28^0 51'$	$28^0 54'$

Der Krystallhabitus ist säulenförmig, indem unter den aufgeführten Flächen die glänzenden prismatischen alle anderen an Grösse übertreffen. Durch ihre horizontale, oscillatorische Combinationsstreifung sind dieselben gleichwohl zu genaueren Messungen weniger geeignet, da sie gewöhnlich vielfache Reflexe geben. Scharfe einheitliche Bilder hingegen liefern die Flächen des Grundrhomboëders, welche von den kleineren des Gegenrhomboëders an Glanz noch übertroffen werden. Auf diese Rhomboëderflächen gehen nur vereinzelte horizontale Streifen über.

In der Zone $[1\bar{1}01 . 01\bar{1}\bar{1}]$ erscheinen die positiven linken Trapezoëderflächen mit dem allgemeinen Zeichen $\tau\rho(h . \bar{l} . \bar{h}-\bar{l} . l) + \frac{mP\frac{m}{m-1}}{4} l$; davon herrschen die glänzenden x vor, sind oft ziemlich breit und mit feinen, der Zonenkante parallelen Riefen versehen; schmäler und gewöhnlich etwas rauh sind die ebenso gestreiften

[1]) Gelegentlich sei bemerkt, dass in dem Lehrbuch der Mineralogie von Naumann, 12 Aufl. von Zirkel das Supplement dieses Winkels 153°5′ statt 152°55′ und Winkel $\frac{7}{2} R : \infty R = v : r = 161^0 19'$ statt $167^0 19'$, ferner $x:r$ und $s:r$ um 1′ zu gross angegeben ist.

Digitized by Google

Trapezflächen u, noch matter und nur dreimal am Krystall entwickelt sind die y-Flächen. Auf u folgen klein, aber glänzend die nach der Combinationskante mit $+R$ gerieften linken Rautenflächen s, welche durch die sich kreuzenden Zonen $[10\bar{1}1 . 0\bar{1}1\bar{1}] . [1\bar{1}01 . 01\bar{1}\bar{1}]$ bestimmt sind.

Da die tetartoëdrischen Flächen an dem einen Krystallpol links unter den Rhomboëderflächen in drei unmittelbar aufeinanderfolgenden Sextanten auftreten, so liegt Zwillingsbildung nach $(10\bar{1}0)$ ∞R vor.

Die steileren Rhomboëder o, t und o', t' zeigen ungleichmässige Ausbildung, indem ihre mit feiner Horizontalstreifung versehenen Flächen bald schmal, bald breiter sind. Ausnahmsweise ist eine o-Fläche sehr gross und glänzender als R, diese gibt ein einfaches helles Spaltbild, während die Reflexe der übrigen stets von geringer Helligkeit und Schärfe sind. Die Flächen der steileren Rhomboëder treten theils vereinzelt, theils miteinander combinirt auf.

Ausserdem bemerkt man im Reflexionsgoniometer in der Zone prz ganz undeutliche Bilder von Flächenstreifen stumpferer und steilerer Rhomboëder, deren Bestimmung jedoch in Anbetracht der unsicheren Einstellung unterlassen wurde.

II. Krystallformen des Granats vom Rothenkopf.

Neulich erwarb ich zwei Granatstufen vom Rothenkopf im Schwarzensteingrund des Zillerthales, für welche die von Liebener und Vorhauser gegebenen Beschreibungen [1]) zutreffend erscheinen. Die genannten Autoren schildern nämlich die Vorkommnisse folgendermassen: „Am Rothenkopf ganz täuschend ähnlich wie in Pfitsch.“ Ueber das Vorkommen von Pfitsch heisst es: „Zierliche Krystalle mit beinahe Diamantglanz, einzeln und zusammengewachsen in der Kernform und in der Combination mit dem Leucitoid, nicht grösser als höchstens zwei Linien. Hyacinth- in's blutrothe und schwärzlichbraune. Durchscheinend. Aufgewachsen auf Gängen und Klüften des Chloritschiefers“; ferner pag. 120 über schwarzen Granat von Pfitsch: „Zierliche Krystalle in der Combination vom Granatoid und Leucitoid, in jüngster Zeit bis zur Grösse von drei Linien vorgekommen, einzeln und zu mehreren zusammengewachsen. Starker Glas- bis Diamant-

[1]) Die Mineralien Tirols. 1852, pag. 115, 116 u. 120.

Digitized by Google

glanz. Durchscheinend bei stark einfallendem Lichte, sonst undurchsichtig. Schwarz; auch mit einem Stich in's braune. Auf Gängen und Klüften des derben Granats und des damit verbundenen Chloritschiefers."

Von den nun vorliegenden Stufen zeigt ein Theil dunkelbraune Dodekaëder, welche durch lebhaften Glanz ausgezeichnet sind. Bemerkenswerth ist eine brachydiagonale Streifung der Dodekaëderflächen durch oscillatorische Combination mit dem Würfel oder einem Tetrakishexaëder, obgleich Flächen dieser Formen nicht zu beobachten waren. Als nähere Fundstelle dieser Varietät, welche von krystallisirtem Chlorit (Ripidolith) begleitet wird, ist der sogenannte Ochsner zu bezeichnen.

Auf das andere zu besprechende Granatvorkommen beziehen sich offenbar die Worte von Liebener und Vorhauser[1]): „Am Rothenkopf in der Alpe Schwarzenstein ist der Granat in grösseren hellrothen, in's weingelbe spielenden Krystallen mit Thulit gefunden worden." Die Krystalle finden sich zusammengewachsen in Höhlungen derben Granats, der Klüfte des Chloritschiefers erfüllt. Stellenweise werden die Granaten von farblosem, derbem Quarz überdeckt. In deren Begleitung erscheint eine schmutzig graubraune, als Thulit bezeichnete Epidotvarietät in strahligen, verwachsenen Säulen, womit auch die Angaben über das Vorkommen dieses Minerals von Liebener und Vorhauser übereinstimmen.[2]) Unter dem Mikroskope beobachtete ich an diesen Säulen starkes Relief, Längsspalten und Querbrüche, sowie äusserst lebhafte chromatische Polarisation und in jeder Lage gerade Auslöschung, wodurch ihre Epidotnatur hinlänglich bestimmt ist.

Ueber die Krystallform der Granaten von 1—2 Centimeter Durchmesser fehlt irgendwelche Mittheilung, nachdem auch die von Groth[3]) als „grosse, roth gefärbte, auf Diopsid aufgewachsene Hessonite" beschriebenen ähnlichen Krystalle vom Rothenkopf schon aus epigenetischen Gründen mit unseren nicht identificirt werden können. An den von mir untersuchten Granaten ist nun das Dodekaëder (110) ∞O nur untergeordnet, während die fast im Gleichgewichte, jedoch mit ungleichmässigen Flächen entwickelten (211) $2O2$ und

[1]) Nachtrag zu den Mineralien Tirols. Innsbruck 1866, pag. 18.

[2]) Die Mineralien Tirols. 1852, pag. 86.

[3]) Die Mineraliensammlung der Universität Strassburg. 1878, pag. 207.

Digitized by Google

(321) $3O\frac{3}{2}$ vorherrschen. Alle Flächen glänzen lebhaft, die von (110) sind spiegelglatt, die von (211) und (321) hingegen nach ihren Combinationskanten fein gestreift.

Zum Nachweise der angegebenen Combination dienten bei der Grösse der Krystalle Messungen mit dem Anlegegoniometer und besser noch mittelst kleiner Papierwinkel.

Beobachtete Formen:	Gemessene Winkel:	Berechnete Winkel:
(110) ∞O	211 : 110 = 30°	30° 0′
(221) $2O2$	321 : 110 = 19°	19° 6′
(321) $3O\frac{3}{2}$	321 : 211 = 11°	10° 54′

III. Ueber Grossularkrystalle von Monzoni.

Bekannt ist das Vorkommen krystallisirten Grossulars alle Selle des Monzonigebirges in Südtirol. Liebener und Vorhauser[1]) gedenken desselben mit den Worten: „Glatte Krystalle in der Leucitoëdergestalt höchstens vier Linien gross in- und übereinandergewachsen; auch krystallinische Massen und derb. Licht spargelgrün in's Gelbe und Weisse. Fettglanz; auch matt. Durchscheinend an den Kanten. In den Drusenräumen der homogenen Masse, welche einen Gang an den Berührungsgrenzen des krystallinischen Kalkes und des Syenites bildet, in Begleitung von Kalkspath.“

In neuester Zeit nun wurde unterhalb dem See von le Selle ein verwitterter Block mit prächtigen Grossularkrystallen aufgefunden, welche durch ihre bedeutende Grösse von 5 Centimeter Durchmesser die bisherigen Funde übertreffen dürften. Zu der vorwaltenden Form des Ikositetraëders (211) $2O2$ gesellen sich kleine Rhomben des Dodekaëders (110) ∞O. Sämmtliche Flächen sind glänzend und eben, indessen nicht stetig, sondern mit regellosen Vertiefungen versehen und hier und da von silberweissen Glimmerschuppen bedeckt.

Einen bemerkenswerthen Einblick in die Structur des Innern gewähren die Bruchflächen der Krystalle, indem sie einen zonalen Aufbau aus concentrischen, bald dickeren, bald dünneren Schalen von Granat und bläulichem Kalkspath verrathen. Auffallend ist die Verschiedenheit der Farbe der Granatsubstanz, denn der Krystallkern ist nicht grün wie der Rand, sondern schön rothbraun und besteht somit nicht mehr aus Grossular.

[1]) Die Mineralien Tirols. 1852, pag. 118.

Digitized by Google

Von Krystallformen des Monzoni-Grossulars erwähnen Liebener und Vorhauser, wie bereits oben bemerkt, nur die Leucitoëdergestalt, ebenso spricht von Zepharovich lediglich nur von kleinen $2O2$ [1]), während Groth ausser (112) auch die Combination (112) . (110) beschreibt. [2])

Die zahlreichen Grossularstufen in den Sammlungen der Fassaner Krystallgräber luden ein, nach anderen Flächen zu forschen, welche ich denn auch an einem in weisslichem grobkörnigen Calcit eingewachsenen, hellgrünen Krystall von 1·5 Centimeter Durchmesser entdeckte. Derselbe zeigt wieder vorherrschend (211) $2O2$, untergeordnet (110) ∞O; letztere Flächen sind, bis auf matte Vertiefungen, glänzend und glatt, die von (211) übrigens makrodiagonal gestreift. Die Combinationskanten beider werden nun abgestumpft durch schmale, gleichwohl deutliche und glänzende Flächen eines Tetrakisdodekaëders $(h . h-l . l)\ mO_{m-1}^{m}$. Zur Bestimmung des Zeichens genügte eine mit dem Reflexionsgoniometer ausgeführte Winkelmessung, welche das Symbol (431) $4O\frac{4}{3}$ ergab. Diese Form gehört zu den selteneren des Granats. Sie wurde nach Bauer [3]) zuerst an braunen Krystallen von Oravicza beobachtet. Genannter wies sie am schwarzbraunen Granat von Vallée de St. Nicolo am Monte Rosa nach, in Combination mit (321). Derselbe Autor erwähnt (431) noch von Pfunders und Cziklova, von wo auch Groth (l. c.) braune Dodekaëder mit der Kantenzuschärfung (134) beschreibt. Neuerdings wurde (431) von E. Scacchi am Granat von Tiriolo in Calabrien gefunden. [4]) Angeführt wird (431) zwar auch von v. Kokscharow [5]) am Grossular von Wilui, doch stellt Bauer dieses Auftreten als fraglich hin und vermuthet eine Verwechslung mit (321). Es wäre demnach der Achtundvierzigflächner (431) $4O\frac{4}{3}$ nicht nur für den Grossular von le Selle dei Monzoni, sondern für den Grossular überhaupt neu.

Beobachtete Formen:	Gemessene Winkel:	Berechnete Winkel:
(211) $2O2$	211 : 110 = 30° 5′	30° 0′
(110) ∞O	431 : 110 = 13° 46′	13° 54′
(431) $4O\frac{4}{3}$	431 : 211 = 16° 11′	16° 6′

[1]) Mineralog. Lexikon f. d. Kaiserthum Oesterreich. I, pag. 183.
[2]) Die Mineraliensammlung d. Universität Strassburg. 1878, pag. 207.
[3]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. 1874, XXVI, pag. 134—137.
[4]) R. Acc. dei Lincei. Rendic. 1886, II, 1. Sem., pag. 182.
[5]) Materialien zur Mineralogie Russlands. III, pag. 13, 29.

Digitized by Google

IV. Zusammensetzung des „Paragonits" vom Greiner.

Das alte als Matrix prächtiger Aktinolithsäulen wohl in keiner Sammlung fehlende Vorkommen schildern Liebener und Vorhauser[1]) mit den Worten: „Paragonit, Zillerthal am Greiner und am Talkenkopf. Derb, zartschuppig, Perlmutterglanz, schimmernd; gelblich-, graulich- und röthlichweiss. An den Kanten durchscheinend. Fett anzufühlen. H. = 2—2·5. G. = 2·787. Bildet die Grundmasse, worin der Strahlstein eingewachsen ist." Eben diese Charakteristik wurde dann von v. Zepharovich in das mineralogische Lexikon aufgenommen.[2]) Aus diesen Quellen hat nun die Angabe über das Auftreten von Paragonit am Greiner in unsere gebräuchlichsten mineralogischen Lehrbücher[3]) Eingang gefunden.

Die bei der Vergleichung mit dem Paragonit von Monte Campione bei Faido (Tessin) namentlich durch die geringere Härte 1 und das fettige Gefühl des Minerals vom Greiner sich äussernde Verschiedenheit hatte mir schon lange Zweifel an der Paragonitnatur erweckt, welche durch Begehung der Lagerstätte am Greiner wieder aufgefrischt und gekräftigt wurden, so dass ich mich jüngst entschloss, die Frage durch chemische Analyse zu entscheiden.

Hat man den classischen Greiner nach ausdauerndem mühsamen Marsche erstiegen, so erblickt man in der nun nicht mehr so schroff abfallenden Runse zahnartig aufragende weissliche Felsklippen. Sie bestehen aus den bekannten schönen Talkschiefern und enthalten hier zahlreiche, gut entwickelte gelbbraune Grundrhomboëder von Breunnerit. Dem Talkschiefer eingeschaltet sehen wir dann eine Linse von dunklem, graugrünem Chloritschiefer, in welchem wieder Breunneritrhomboëder und grössere oft sechsseitige Blättchen von Talk porphyrisch ausgeschieden sind. Gleich oberhalb erhebt sich noch ein weisser Felsenkopf, dessen Gesteinsmasse in unmittelbarem Zusammenhange mit dem unteren Talkschiefer als Fortsetzung desselben erscheint. Darin erblickt man nun an Stelle von Breunnerit die hübschen Säulen von Aktinolith lagenweise eingewachsen und im oberen Theil des Felsens wieder verschwindend.

---

[1]) Mineralien Tirols. 1852, pag. 199.

[2]) Mineralog. Lexikon. I, 309 und II, 235.

[3]) Elemente der Mineralogie von Naumann, 12. Aufl. von Zirkel, pag. 625. — Lehrbuch der Mineralogie von Tschermak. 2. Aufl., pag. 514.

Digitized by Google

Das Auftreten des Talkes am Greiner haben Liebener und Vorhauser bereits richtig dargestellt[1]), ebenso das des Breunnerits[2]), wobei jedoch die Beschränkung des Vorkommens „im Talke, anstatt des Chloritschiefers“ aufzuheben wäre.

Um mich rasch von der Richtigkeit der betreffenden Angaben zu überzeugen, wurden die daselbst gesammelten Proben einer qualitativen Analyse unterzogen. Dabei ergab sich, dass die Krystalle der rhomboëdrischen Carbonate, sowohl aus dem Talke als Chloritschiefer reichlich zierliche Magneteisen-Oktaëderchen einschliessen, welche ausserdem in der Talk- und Chloritmasse enthalten sind. Die Analyse zeigte in beiden Fällen vorwaltenden Magnesiagehalt, viel Eisen und wenig Kalk, wodurch die Breunneritnatur constatirt wird.

Der graugrüne Schiefer, welcher die weissen Talktäfelchen beherbergt, wurde mittelst Salzsäure zersetzt und gab eine Lösung, in der ausser viel Thonerde und Eisen nicht wenig Magnesia bestimmt werden konnte. Daraus folgt aber die Zugehörigkeit zum Chlorit.

Die nächste Untersuchung galt nun den Einsprenglingen dieses Chloritschiefers. Da dieselben der Salzsäure widerstanden, so wurden sie mit kohlensaurem Kalinatron aufgeschlossen. Im Filtrat der Kieselsäure fanden sich neben etwas Eisen nur beträchtliche Mengen von Magnesia; die betreffenden Blättchen sind also in der That Talk.

Schliesslich kam auch der zweifelhafte Paragonit an die Reihe. Nachdem die qualitative Prüfung meine Bedenken und Vermuthungen in überraschender Weise bestätigt, schritt ich gleich zur quantitativen Analyse. Für diesen Zweck wurden vorerst die eingewachsenen Strahlsteinsäulchen mit Hilfe der Lupe möglichst ausgesucht, worauf die mikroskopische Untersuchung des Pulvers nur noch eine geringe Beimengung von Magneteisen offenbarte; dieses konnte am vollkommensten mittelst kalter Salzsäure, welche das zu analysirende Mineral nicht angreift, entfernt werden. Ein Theil der so gereinigten Probe wurde nun mit Natronkalicarbonat aufgeschlossen und die Lösung der Schmelze bis zur Trocknis eingedampft. Im Filtrate von der Kieselsäure, welche mit Flusssäure auf ihre Reinheit untersucht ward, gab Ammoniak einen geringen Niederschlag von Eisenoxydhydrat, dessen dunkel rothbraune Farbe schon die Reinheit,

[1]) Die Mineralien Tirols. 1852, pag. 272.

[2]) a. a. O. pag. 275.

Digitized by Google

beziehungsweise Abwesenheit von Thonerde oder Titansäure andeutete, welche auch durch die übliche analytische Behandlung nicht nachzuweisen waren. Der Eisenniederschlag war zur Zerstörung einer Magnesiaverbindung bei Gegenwart von Salmiak bis zum Verschwinden des freien Ammoniaks gekocht worden. Während im Filtrat oxalsaures Ammoniak keine Trübung von Kalk erzeugte, fiel auf Zusatz von phosphorsaurem Natron und Ammoniak reichlich Magnesia aus. Eine zweite Probe wurde zur Bestimmung von Eisenoxydul unter einem Kohlensäurestrom mittelst verdünnter Schwefelsäure und Fluorwasserstoffsäure zersetzt und die Lösung mit Chamäleon titrirt. Hierbei stellte sich heraus, dass das Eisen nur als Oxydul vorhanden ist. In einem dritten Antheil endlich ermittelte ich den Wassergehalt, indem ich das Glühen im Hempel'schen Ofen so lange fortsetzte, bis kein Gewichtsverlust mehr eintrat; nach dem Glühen zeigte sich das an sich silberweisse Pulver etwas gebräunt, offenbar in Folge der Oxydation des Eisenoxyduls, weshalb auch die damit verbundene Gewichtszunahme bei der Bestimmung des Wassergehaltes in Rechnung gezogen wurde.

Sohin ist das Ergebnis der Analyse folgendes:

	Gefunden	Berechnet nach $H_2 Mg_3 Si_4 O_{12}$
Kieselsäure . .	62·24	63·52
Magnesia . . .	30·22	31·72
Eisenoxydul . .	2·66	—
Wasser . . .	4·97	4·76
	100·09	100·00

Wie man sieht, ist das analysirte Mineral ausgezeichnet einerseits durch Mangel von Thonerde und Alkalien, andererseits durch Reichthum an Magnesia und einen nicht unbedeutenden Wassergehalt. Berücksichtigen wir aber noch die Uebereinstimmung der gefundenen Zahlen mit der idealen Zusammensetzung des Talkes, so kommen wir zu dem Schlusse, dass der vermeintliche Paragonit vom Greiner, die Grundmasse der Aktinolithe, normaler Talk ist.

V. Ueber eine neue Pseudomorphose von Fassait.

Von Pseudomorphosen des Fassaits wurden bis heute zwei Fälle bekannt, nämlich die Pseudomorphose nach Idokras aus

Digitized by Google

Cziklova durch E. Döll[1]) und die merkwürdige Pseudomorphose nach Monticellit vom Monzonigebirge, welche bereits Liebener und Vorhauser beschrieben[2]), allein erst G. vom Rath richtig erkannte.[3]) Heute kann ich über eine neue Pseudomorphose des Fassaits von Monzoni und von der Malgola bei Predazzo berichten. Erstere entdeckte ich in Begleitung der im III. Abschnitt erwähnten grossen Grossularkrystalle von le Selle. Sie erscheint entweder frei oder eingewachsen in bläulichem Calcit neben und auf den Granaten in Gestalt rechtwinkeliger Parallelepipede oder tafelig bis säulig verzerrter Würfel von 2—3 Centimeter Seitenlänge. Diese bestehen nun, wie leicht zu erkennen ist, aus regellosen Anhäufungen glänzender, frischer Kryställchen von Fassait, deren selten mit bläulichem Kalkspath erfüllte Zwischenräume meistens leer sind und so ein poröses Gefüge der Würfelmasse bedingen. In ihr sieht man hier und da auch weisse Glimmerhäutchen. Die kleinen Fassaite zeigen die gewöhnliche Krystallausbildung mit den Flächen *M, o, u,* u. s. w. Ihre Grösse schwankt zwischen 1 und 5 Millimeter. Um die Fassaitnatur auch auf chemischem Wege zu bestätigen, führte ich eine quantitative Analyse aus, für welche die feingepulverte Substanz der Pseudomorphosen zuerst mit kalter Salzsäure versetzt wurde, um kleine Verunreinigungen von Calcit und Magnetit zu beseitigen. In der salzsauren Lösung fanden sich denn auch Eisen und Kalk. Nach dieser Behandlung erschien das Pulver mikroskopisch betrachtet völlig rein und unangegriffen, unter den mit lebhaften Polarisationsfarben ausgestatteten Körnchen waren zahlreiche mit Längsspalten versehen, welche die bezeichnende grosse Auslöschungsschiefe von Pyroxen erkennen liessen.

Es wurde nun eine Probe mit Kalinatroncarbonat aufgeschlossen, die Lösung der Schmelze zur Trocknis eingedampft und nach Wiederaufnahme mit Salzsäure und Wasser die Kieselsäure bestimmt, sowie noch mit Flusssäure auf ihre Reinheit geprüft. Der ammoniakalische Niederschlag in deren Filtrat war voluminös hellbräunlich. Er wurde zur Scheidung von Thonerde und Eisen in Salzsäure gelöst, hierauf nach Zusatz von Weinsäure mit Ammoniak versetzt und

---

[1]) Diese Mittheilungen. 1874, pag. 85.

[2]) Die Mineralien Tirols. 1852, pag. 241.

[3]) Der Monzoni. Bonn 1875, pag. 39 oder Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1875, XXVII, 390.

Digitized by Google

mit Schwefelammonium gefällt; um aber zugleich die Trennung etwa vorhandener Titansäure zu erzielen, löste ich diesen Niederschlag zur Reduction des Eisenoxyds durch Schwefelwasserstoff in Salzsäure, worauf mit Ammoniak reines Schwefeleisen ausfiel. Letzteres, in Königswasser oxydirt und mittelst Ammoniak gefällt, gab dunkel rothbraunes Eisenoxydhydrat. Der Eindampfungs- und Glührückstand des weinsauren Filtrates kam in einer Kalibisulfatschmelze zur Lösung. Beim Kochen der verdünnten Schmelzelösung fiel keine Titansäure aus. Schliesslich gab Ammoniak den leichten durchscheinenden Niederschlag von reiner Thonerde. Im Filtrat von den Sesquioxyden erzeugte oxalsaures Ammoniak eine reichliche Kalkfällung, worauf mit phosphorsaurem Natron und Ammoniak Magnesia ausfiel.

In einer anderen Probe ermittelte ich den Glühverlust im Hempel'schen Ofen. Zur Bestimmung eines Eisenoxydulgehaltes geschah der Aufschluss mittelst Schwefel- und Flusssäure unter einem Kohlensäurestrom und die Titration mit übermangansaurem Kali.

Das Ergebnis der Analyse lässt sofort die Zusammensetzung eines Fassaits erkennen, der aber im Vergleich zu den von Doelter[1]) analysirten Vorkommnissen mehr Thonerde und Kalk, dafür weniger Magnesia enthält.

Kieselsäure	44·22
Thonerde	12·37
Eisenoxyd	3·83
Eisenoxydul	1·14
Kalkerde	27·31
Magnesia	11·26
Glühverlust	0·73
	100·86

Nachdem wir nun die Zusammensetzung der Pseudomorphosen aus Fassaitkryställchen nachgewiesen, erhebt sich die Frage nach dem formgebenden Mineral, dessen Substanz spurlos verschwunden ist. Alle Formverhältnisse der Pseudomorphosen erinnern auf den ersten Blick an ein ebenfalls in Calcit eingewachsenes, sowie mit Grossular und Fassait vergesellschaftetes Contact-Mineral;

[1]) Diese Mittheilungen. 1877, pag. 65 und 279. Auch Rammelsberg's Ergänzungsheft zur Mineralchemie. 1886, pag. 27.

Digitized by Google

es ist dies der Gehlenit, welcher bekanntlich auch alle Selle des Monzonigebirges auftritt, wo sich eine Lagerstätte des Grossulars befindet, von dem Liebener und Vorhauser bemerken: „Das Vorkommen ist ganz in der Nähe des Gehlenites.“ [1])

Noch überzeugender für die Ableitung der würfelartigen Gestalt vom Gehlenit ist das Vorkommen derselben Pseudomorphose von der Malgola bei Predazzo. Ich besitze davon eine Stufe, bei welcher auf einem Gemenge von Kalkspath und Fassait, neben grösseren 1—2 Centimeter langen Fassaitkrystallen von gewöhnlicher Ausbildung, sich aus kleineren, 1—3 Millimeter langen Fassaitkryställchen aufgebaute Würfelformen von 1 Cubikcentimeter erheben. Bei näherer Betrachtung bemerkt man alsbald, dass vier in einer Zone liegende Würfelkanten nicht wie die übrigen acht ziemlich scharf rechtwinkelig, sondern stumpfer, fast gerundet, und die zugehörigen vier Würfelflächen nicht eben, sondern bogig oder durch eine sehr stumpfe Kante gleichsam gebrochen erscheinen. Diese Entwicklung verräth entschieden tetragonale Symmetrie und wird offenbar bedingt durch ditetragonale und Deuteroprismen, welche ich an frischen Gehlenitkrystallen ganz ebenso mit dem Protoprisma combinirt fand.

Um eine Vorstellung über die Vorgänge bei der Entstehung dieser Pseudomorphosen von Fassait nach Gehlenit zu gewinnen, folgen zur Vergleichung mit der obigen Analyse des Fassaits noch zwei Analysen des Gehlenits von Monzoni:

	Rammelsberg[2])	Damour[3])
Kieselsäure	29·78	31·60
Thonerde	22·02	19·80
Eisenoxyd	3·22	5·97
Eisenoxydul . . .	1·82	—
Kalk	37·90	38·11
Magnesia	3·88	2·53
Wasser	1·28	1·53
	99·90[4])	99·54

[1]) Die Mineralien Tirols. 1852, pag. 118.
[2]) Handbuch der Mineralchemie. 1875, II, 604.
[3]) Annalen der Chemie und Pharm. (3) X, 66.
[4]) Nicht = 100·00 wie a. a. O. steht.

Digitized by Google

Daraus ersieht man, dass die Bestandtheile des Gehlenits auch die des Fassaits sind, mithin bei der Umwandlung, welche wohl als eine Wirkung der Contactmetamorphose aufzufassen ist, sich nur die Mengenverhältnisse ändern mussten, indem der Gehalt an Kieselsäure und Magnesia erhöht, beziehungsweise der Thonerde- und Kalkgehalt erniedert wurde. Aus dieser Abkunft unseres Fassaits erklärt sich leicht sein Mehrgehalt an Thonerde und Kalk, sowie der geringere Magnesiagehalt.

VI. Pseudomorphose von Grossular nach Gehlenit.

Während Pseudomorphosen nach Granat keineswegs zu den seltenen Erscheinungen zählen, kennt man den Granat in fremder Gestalt noch gar nicht; denn auch die von Tschermak beobachteten hohlen Idokraskrystalle von Slatoust und Achmatowsk[1]) enthalten neben Granat Klinochlor und Diopsid, sind also keine eigentlichen Pseudomorphosen von Granat.

Um so überraschender war mir die Entdeckung einer Stufe vom Monzonigebirge, auf welcher mehrere ineinander gewachsene tafelige oder prismatische Würfel von 5—25 Millimeter Kantenlänge sichtbar sind. Die Uebereinstimmung der Form erinnert sehr an die eben beschriebene Pseudomorphose nach Gehlenit von le Selle, doch tritt bei aufmerksamer Betrachtung sogleich eine grosse Verschiedenheit hervor bezüglich der die Würfel zusammensetzenden Elemente; denn an Stelle der Fassaitkryställchen erblickt man ein regelloses Aggregat dicht aneinander gefügter glänzender Granatkryställchen von 0·5—2·5 Millimeter Durchmesser, welche nach ihrer blassgrünlichen Farbe und Flächenentwicklung mit vorwaltendem (211) *202* und untergeordnetem (110) ∞O dem Grossular anzugehören schienen.

Zur sicheren Entscheidung über die Natur der Pseudomorphosen analysirte ich dieselben quantitativ. Da das Pulver magnetisches Erz und Calcit enthielt, wurde es vorerst mittelst kalter Salzsäure gereinigt, welche die übrige Substanz nicht angriff. Der Gang der Analyse entspricht genau dem im V. Abschnitt beschriebenen.

---

[1]) Sitzungsberichte d. k. k. Akademie Wien XLIX, 19.

Digitized by Google

Kieselsäure	39·64
Thonerde	16·47
Eisenoxyd	4·62
Eisenoxydul	1·13
Kalkerde	31·52
Magnesia	5·72
Glühverlust	1·04
	100·14

Die gefundenen Werthe entsprechen der Zusammensetzung von Kalk-Thonerdegranat mit untergeordnetem Magnesia-Eisengranat, und ein Vergleich mit der ähnlichen Analyse des Grossulars von Wilui bestätigt, dass die Kryställchen, aus denen die würfeligen Formen bestehen, Grossular sind.

Grossular von Wilui nach Karsten (bei Rammelsberg, l. c. 478):

Kieselsäure	38·25
Thonerde	19·35
Eisenoxyd	7·33
Manganoxydul	0·50
Kalk	31·75
Magnesia	2·40
	99·58

Die neue Pseudomorphose von Granat nach Gehlenit ist gleich jener von Fassait nach Gehlenit das Ergebnis contactmetamorphischer Einflüsse, nur bedurfte es hier noch geringerer Aenderungen des ursprünglichen Mineralbestandes, indem, wie eine Vergleichung der Constitution von Gehlenit und der Pseudomorphose lehrt, die Zufuhr von etwas Kieselsäure und Magnesia für die Umwandlung des Gehlenites in Grossular genügte.

Karlsruhe, Mineralogisches Laboratorium des Polytechnikums, Februar 1887.

Berichtigung:

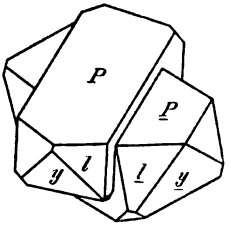
Auf pag. 400, Zeile 5 von oben, lies: eines anstatt einer.
" " 401, " 13 " " " $\frac{2P2}{4}$ " $\frac{2P2}{2}$
" " 402, " 15 " unten, " zweierlei anstatt zwei.
" " 404, " 9 " oben, " (2 1 1) anstatt (2 2 1).

Digitized by Google

XV. Notiz.

Zwillingsartige Verwachsung von Orthoklas.

In dem Granitporphyr am Fusse des Koppensteins bei Gängerhäuseln unweit Petschau in Böhmen finden sich Orthoklaskrystalle, welche scharfe Formen und ziemlich ebene Flächen zeigen und im Habitus den Krystallen von Manebach nahekommen, indem sie nach der Kante *PM* gestreckt erscheinen und häufig Zwillinge nach den gewöhnlichen drei Gesetzen bilden.[1])



Ein Exemplar von diesem Fundorte, welches mir Herr Prof. P. Anselm Pfeiffer freundlichst zur Untersuchung überliess und welches der Sammlung des Stiftes Kremsmünster gehört, bietet eine regelmässige Verwachsung dar, welche bemerkenswerth ist. Zwei Krystalle sind mit einander so verbunden, dass ihre Endflächen $P = 001$ parallel erscheinen und gleichzeitig die Fläche $l = 110$ des einen Krystalls und eine Fläche $l = \bar{1}\bar{1}0$ des anderen in dieselbe Ebene fallen. Beide Krystalle haben also die Zone $Pl = [001 : 110]$ gemeinschaftlich. Obwohl die Flächen matt sind, so ist doch die angegebene Uebereinstimmung ziemlich sicher. Wenn diese Verwachsung auch an anderen Exemplaren sich finden sollte, so wäre dieselbe nicht mehr als eine zufällige Erscheinung zu betrachten. Sie würde vielmehr als Zwillingsverwachsung ein Gesetz verwirklichen, das, wie mir scheint, am Orthoklas bisher nicht aufgefunden worden. Nach diesem wäre die Zwillingsebene senkrecht zur Kante *Pl* und demnach die Zwillingsaxe dieser Kante parallel. Die beiden Krystalle wären bei paralleler Lage ihrer *P*-Flächen in einer um 66° 44′ verschiedenen Stellung mit einander verbunden.

Tschermak.

Literatur.

Beckenkamp J.: Die Elasticitätscoëfficienten des Chromalauns und Eisenalauns. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 4 und 5, 1887.

Becker G. F.: Natural solutions of Cinnabar, Gold and associated sulphides. — Am. Journ. Sci. XXXIII, 1887.

Brügelmann G.: Ueber Krystallisation und über physikalische Bindung. Entgegnung auf die Artikel der Herrn C. Marignac und O. Lehmann. IV. Mitth. — Leipzig 1886.

Bruhns W.: Der Porphyritzug von Wilsdruff-Potschappel. Mit I Taf. — Inaug.-Diss. (Leipzig). Berlin 1886.

---

[1]) Zepharovich, Mineralog. Lexikon f. Oesterreich. II, pag. 232.

Digitized by Google

Bücking H.: Topas von San Louis Potosi und von Durango in Mexiko und ein Nachtrag dazu. Mit 4 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 4, 5, 1887.

Busatti L.: Sulla trachite della Tolfa. B. Lotti: Brevi considerazioni sulle trachiti della Tolfa. — Proc. verb. Soc. Tosc. Sci. nat., 1886.

Derselbe: Fluorite dell' Isola del Giglio e minerali che l'accompagnano nel sur giacimento — Fluorite di Carrara. — Atti Soc. Tosc. Sci. nat.; Vol. VI, fasc. 1.

Cathrein A.: Ueber Mineralien von Predazzo. — Verwachsung von Ilmenit mit Magnetit. — Zwillingsstreifung am Magnetit. Mit 3 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 1, 1886.

Derselbe: Zur Gliederung des rothen Sandsteines in Nordosttirol. — Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1886.

Derselbe: Ueber Augitporphyr von Pillersee. — Ebenda 1887, 3.

Derselbe: Ueber den Proterobas von Leogang. — N. Jahrb. f. Min. 1887, I.

Derselbe: Beiträge zur Petrographie Tirols. (Staurolithglimmerschiefer — Granatamphibolite — Pyroxenserpentine — Turmalingranit — Porphyrite — Pechsteinporphyre). M. 3 Fig — Ebenda.

v. Chrustschoff K.: Ueber einen eigenthümlichen accessorischen Gemengtheil d. Granitporphyrs von Beucha u. d. Phonoliths von Olbrück. Mit 2 Fig. — N. Jahrb. f. Min. II, 1886.

Derselbe: Notice sur une péridotite provenant de la côte du détroit de Magellan. — Bull. Soc. franc. de Min. 1, T. IX, 1886.

Derselbe: Note préliminaire sur la présence d'un nouveau minéral du groupe des spinellides dans le phonolithe d'Olbrück. — Ebenda 3.

Derselbe: Note sur un nouveau minéral accessoire de la roche de Beucha (près de Leipzig). Supplément à la note sur la péridotite de „Goose Bay". — Ebenda.

Derselbe: Notes pour servir a l'étude lithologique de la Volhynie. (I. part.) — Ebenda.

Clarke F. W.: Researches on the Lithia Micas. I. Lepidolites of Maine. II. Iron-Lithia Micas of Cape Ann. — Am. Journ. Sci. XXXII, 1886.

Derselbe und J. S. Diller: Turquois from New-Mexico. — Ebenda.

Cross Whitman: On the Occurrence of Topaz and Garnet in Lithophyses of Rhyolite. — Ebenda XXXI.

Derselbe und L. G. Eakins: On Ptilolite, a new Mineral. — Ebenda XXXII.

Dana E. S.: On the Brookite from Magnet Cove, Arkansas. Mit II Taf. — Ebenda.

Derselbe: On the Crystallization of Gold. Mit 8 Fig. — Ebenda.

Derselbe: An account of the progress in Mineralogy in the year 1885. — Smithsonian Report for 1885. Washington 1886.

Des Cloizeaux A.: Note sur quelques formes nouvelles observées sur des cristaux de Topaze de Durango, Mexique. — Note sur la forme rhombique de la Descloizite. — Note sur la véritable valeur de l'indice moyen de la Herdérite de Stoneham. Mit 1 Fig. — Note supplémentaire sur la forme rhombique de la Descloizite. Mit I Taf. — Bull. Soc. franç. de Min. 4, IX, 1886.

Derselbe: Note sur la phénacite de Colorado et de Framont. — Note sur la détermination des paramètres du gypse et sur les incidences des formes observées dans ce minéral. — Sur un minéral qui parait offrir une forme dimorphe du rutile. Mit 1 Fig. u. I Taf. — Ebenda 5.

Digitized by Google

Diller J. S.: Notes on Peridotit of Elliot Co., Kentucky. — Am. Journ. Sci. XXXII, 1886.

Derselbe: The latest Volcanic Eruption in Northern California and its peculiar Lava. — Ebenda XXXIII, 1887.

Derselbe: Notes on the Geology of Northern California. — Bull. U. S. Geolog. Survey, 33, 1886.

Durham J. and J. W. Judd: Volcanic Rocks of the North-east of Fife. Mit 2 Fig. u. I Taf. — Quat. Journ. geol. Soc. 1886.

Egleston Th.: The cause and prevention of the decay of building stone. — Trans. Am. Soc. Civil Engineers. XV, 1886.

Feist F.: Topas vom Ilmengebirge. Mit 2 Fig — Zeitschr. f. Kryst. XII, 4, 5, 1887.

v. Foullon, H. B.: Ueber Porphyrite aus Tirol. M. 10. Fig. — Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A. 36. Bd. IV. H. 1886.

Derselbe: Ueber neu eingelangte Minerale (Calcit — Langit — Cronstedtit). — Ebenda, Verhandlungen Nr. 17, 1886.

Friedl W.: Zur Zusammensetzung des Stauroliths. — Inaug.-Diss. Erlangen 1885.

Gehmacher A.: Die Krystallform des Pfitscher Zirkons. Mit I Taf. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 1, 1886.

Derselbe: Goldsand mit Demantoid vom alten Ekbatana und Hamadan. — Ann. k. k. naturh. Hofmus. I, 1886.

Goldschmidt V.: Krystallographische Projectionsbilder. — Berlin, J. Springer, 1887.

v. Groddeck A.: Zur Kenntnis der Zinnerzlagerstätten des Mount Bischof in Tasmanien (Fortsetzg.). — Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1886.

Grubemann U.: Die Basalte des Hegau's. Eine petrograph. Studie. — Inaug. Dissert. Zürich, Frauenfeld 1886.

v. Gümbel, K. W.: Geologie von Bayern. I. Th. Grundzüge der Geologie. 2. und 3. Lieferung. Cassel, Th. Fischer, 1885—1886.

Von diesem, gross und breit angelegten Werke, dessen 1. Lieferung in diesen Mittheilungen Bd. VII, pag. 90, besprochen wurde, ist 1885 die 2. und 1886 die 3. Lieferung erschienen, beide stattliche Grossoctavhefte mit zahlreichen Abbildungen.

Im Anschluss an den 2. Abschnitt (Petrographie) behandelt der 3. unter dem Titel Morphologie die Formverhältnisse der Gesteine und der Erdoberfläche. Absonderungs- und Verwitterungsformen, Schieferung, die verschiedenen Formen der Schichtung, der durchgreifenden Lagerung und der an diesen Verhältnissen zu beobachtenden Störungen (Faltung, Verwerfung etc.) werden in diesem Capitel geschildert, ausserdem noch die Oberflächenformen des Festlandes und des Meeresgrundes.

Im nächsten (4.) Abschnitt, Petrogenese betitelt, findet man die geologische Thätigkeit der Luft, des Wassers in seinen verschiedenen Formen, den vulcanischen Process, die Erdbeben behandelt. Ausführliche Betrachtungen sind den mannigfachen Processen des Metamorphismus gewidmet. Den Schluss bildet eine Besprechung der Mitwirkung des organischen Lebens am Aufbau der Erdrinde.

Digitized by Google

Sodann folgt im 5. Abschnitt eine gedrängte Darstellung der Paläontologie, welche ausserhalb des Rahmens dieser Zeitschrift fällt, ebenso wie der II. Theil des Werkes, welcher unter dem Titel Geotektonik das bringt, was man sonst als historische Geologie oder Stratigraphie zu bezeichnen pflegt. Becke.

v. Gümbel: Geolog.-mineralog. Untersuchung des Meeres. Grundproben aus der Nordsee. (1886. Druckort Berlin, Mittler u. Sohn.)

Hague A. and Iddings J. P.: Volcanic Rocks of the Republic of Salvador, C. A. — Am. Journ. Sc. 1886, XXXII.

Handwörterbuch der Mineralogie, Geologie u. Paläontologie. 13. (Schluss-) Lieferung. — Breslau 1887, Trewendt.

Hecht B.: Ueber Prismen, welche zur Bestimmung von Brechungsindices durch Totalreflexion dienen sollen. M. 1 Fig. — N. Jahrb. f. Min. 1886, II.

Derselbe: Ueber die Bestimmung des Winkels d. opt. Axen an Platten, deren Normale nicht mit der Halbirungslinie des Winkels d. opt. Axen zusammenfällt. Mit 2 Fig. — Ebenda. 1887, I.

Derselbe: Ueber die elliptische Polarisation im Quarz. M. 1 Fig. — Ann. Phys. u. Chemie. N. F. 1887, XXX.

Herrmann D. and F. Rutley: On the Microscopic Characters of some Specimen of Devitrified Glass, with Notes on certain analogous Structures in Rocks. M. IV Taf. — Proc. Roy. Soc. 1885, Nr. 239.

Hussak E.: Ein Beitrag zur Kenntnis der optischen Anomalien am Flussspath. M. I Taf. — Zeitschr. f. Kryst. 1887, XII, 6.

Huth E.: Das periodische Gesetz der Atomgewichte u. d. natürliche System der Elemente. M. I farbig. Taf. — Frankfurt a. d. O. 1886, Waldmann.

Iddings J. P.: The nature and origin of Lithophysae and the lamination of acid lavas. — Am. Journ. Sc. 1887, XXXIII.

Irving R. D.: Origin of the Ferrugineous Schists and Iron Ores of the Lake Superior region. — Ebenda. 1886, XXXII.

Judd J. W.: On Marekanit and its Allies. M. 1 Fig. — Geolog. Magazine. Dec. III, 1886, Vol. III.

Derselbe: On the Gabbros, Dolerites and Basalts of Tertiary Age, in Scotland and Ireland. M. IV Taf. — Quart. Journ. Geol. Soc. 1886.

Katzer Fr.: Ueber schieferige Einlagen in den Kalken der Barrande'schen Etage Gg 1. — Sitzber. k. böhm. Gesellsch. d. Wiss. 1886.

Köchlin R.: Ueber ein neues Euklas-Vorkommen aus den österreichischen Tauern. M. I Taf. — Ann. d. k. k. naturhist. Hofmuseums. 1886, I.

Kotô B.: A note on Glaucophane. M. I Taf. — Journ. College of Sc. Imper. Univ. Tokyo. 1886, I.

Krenner J. A.: Ueber den Tellurit von Facebaja. M. 1 Fig. — Természetrajzi-Füzetek (Mus. nation. hung.) Budapest 1886, X.

Derselbe: Symplesit von Felsö-Bánya. M. 1 Fig. — Ebenda.

Lang H. O.: Beitr. z. Kenntnis der Eruptivgesteine des Christiania-Silurbeckens, unter Mitwirkg. d. Hrn. Paul Jannasch. — Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. 1886.

Lehmann O.: Mikrophysikal. Untersuchungen. — Zeitschr. f. Kryst. 1887, XII, 4, 5.

Derselbe: Ueber Krystallisation von Gemengen. M. 37 Fig. — Zeitschr. f. physikal. Chemie. 1887.

Digitized by Google

Liebe K. Th. u. E. Zimmermann: Die jüngeren Eruptivgebilde im Südwesten Ostthüringens. — Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt 1885. Berlin 1886.

Linck G.: Krystallograph. Untersuchungen (Borwolframsaures Cadmium). M. 9 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. 1887, XII, 4, 5.

Derselbe: Die Basalte des Elsass. — Ueber ein neues Vorkommen von Minette in Weiler b. Weissenburg. — Mitth. d. Commission f. d. geolog. Landesunters. v. Elass-Lothringen. 1887, I.

Liweh Th.: Cölestin v. Lüneburg. M. 6 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. 1887, XII, 4, 5.

Oebbeke K.: Ueber das Vorkommen des Glaukophan. — Ebenda. 1886. XII, 3.

Penfield S. L.: Crystallized Vanadinite from Arizona and New-Mexiko. M. 4 Fig. — Am. Journ. Sc. 1886, XXXII.

Derselbe: Phenacite from Colorado. M. 5 Fig. — Ebenda. 1887.

Derselbe and D. N. Harper: On the chemical composition of Ralstonite. — Ebenda. 1886.

Derselbe: Chemical Composition of Herderite and Beryll, with note on the precipitation of Aluminium and separation of Beryllium and Aluminium. — Ebenda.

Derselbe and Sperry T. S.: On Pseudomorph. of Garnet from Lake Superior and Salida, Colorado. — Ebenda.

Posewitz Th.: Die Zinninseln im Indischen Ocean. II. Das Zinnerzvorkommen u. d. Zinngewinnung in Bangka. M. I Taf. — Jahrb. d. k. ung. geolog. Anstalt. 1886, VIII.

vom Rath G.: Vorträge u. Mittheilungen (Vanadinit — Mimetesit — Pseudomorphosen — Caledonit — Molybdänglanz — Beryll — Monazit — Xenotim — Spodumen — Bunte Turmaline — Granitsphäroide v. Fonni — Silbererze v. Huanchaco — Gesteine v. Krakatau — Yellowston Nat.-Park — Granatführ. Sanidingestein v. Niedermendig — Tridymit). — M. vielen Figuren. — Sitzber. d. Niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde. Bonn 1886.

Reusch H.: Ueber den Tysnesmeteorit und drei andere in Skandinavien niedergefallene Meteorsteine. M. VII Taf. Uebersetzt v. O. M. Herrmann. — N. Jahrb. f. Min. 1886, Beilage. Bd. IV.

Riechelmann R.: Datolith v. d. Seisser Alpe. M. 9 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. 1887, XII, 4, 5.

Riedl E.: Littai. Montan-geognostische Skizze. M. V Taf. — Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. Wien 1886, XXXVI.

Rosenbusch H.: Mikroskop. Physiographie der massigen Gesteine. 2. Auflage. Stuttgart 1887.

Rutley Fr.: Notes on Alteration induced by Heat in certain Vitreous Rocks; based on the Experiments of Douglas Herrmann and G. F. Rodwell. M. III Taf. — Proceed. Royal Soc. 1886.

Derselbe: The Igneous Rocks, etc., of the Neighbourhood of the Warwickshire Coalfield. — Geolog. Magazine. 1886, Dec. III, Vol. III, 12.

Sandberger F.: Ueber die von der k. k. österr. Regierung veranlassten Untersuchungen an den Erzgängen von Přibram in Böhmen. — Sitzber. Würzburger Phys.-med. Gesellschaft. 1886.

Derselbe: Weite Verbreitung des Jods in Phosphoriten, des Lithions in Psilomelanen und Schalenblenden, Zinnstein und Anatas in Blenden, Zinnsulfür in solchen

Digitized by Google

und in Fahlerzen. Krystallisirter Kaolin, Leuco-Granat und Asbeferrit v. Joachimsthal, Pyromorphit, sogenannter Bleigummi und Quarz (4*R*) v. Nievern in Nassau. — N. Jahrb. f. Min. 1887, I.

Derselbe: Bemerkungen über den Silbergehalt des Glimmers aus dem Gneisse von Schapbach und des Augits aus dem Diabase v. Andreasberg am Harze. — Ebenda.

Scacchi A.: Sopra un framento di antico roccia vulcanica inviluppato nella lava Vesuviana del 1872. — Atti R. Ac. d. Sc. fis. e mat. 1886.

Derselbe: Le eruzioni polverose e filamentose dei vulcani. — Ebenda.

Derselbe: I composti fluorici dei Vulcani del Lazio. — Ebenda, Rendiconti 1887.

Scharizer R.: Ueb. d. Zwillingsbau d. Lepidolithes u. d. regelmässige Verwachsung verschied. Glimmerarten v. Schüttenhofen. M. 8 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. 1886, XII, 1.

Derselbe: Der Monazit von Schüttenhofen. M. 2 Fig. — Ebenda. 3.

Schmidt A.: Mittheilungen über ungarische Mineralvorkommen: 1. Hypersthen vom Berge Poklausz. 2. Grasgrüner Augit von Kremnitz. 3. Arsenkies, Turmalin, Calcit v. d. Zips; etc. 4. Arsenopyrit v. Klenócz. 5. Smithsonit u. Arsenopyrit v. Csetnek. M. 1 Taf. — Ebenda. 2.

Schmidt C.: Mittheilungen aus dem mineralog. Institut der Univers. Strassburg. 1. Skolezit. M. 2 Fig. 2. Albit a. d. Sericitgestein v. Eppenhain (Taunus). 3. Mineralien d. Eisenoolithes a. d. Windgällen, Uri. — Ebenda. 1886, XI, 5, 6.

Derselbe: Diabasporphyrite u. Melaphyre v. Nordabhange d. Schweizer Alpen. — N. Jahrb. f. Min. 1887, I.

Schoetensack O.: Die Nephritoide des mineralogischen u. d. ethnographisch-prähistorischen Museums der Universität Freiburg im Breisgau. — Inaug.-Dissert. (Freiburg.) Berlin 1885.

Schrauf A.: Die thermischen Constanten des Schwefels. M. 9 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. 1887, XII, 4, 5.

Seligmann G.: Phenakit a. d. Schweiz (2 Abhandlungen). — Naturhist. Verein f. d. Rheinland u. Westphalen.

v. Siemiradzki J.: Ueber Anorthitgesteine von S. Thomas (Antillen). M. 2 Fig. — N. Jahrb. f. Min. 1886, II.

Smith Walter B.: Notes on the Crystal Beds of Topaz Butte. — Am. Journ. Sc. 1887, XXXIII.

Spezia G.: Sull' influenza della pressione nella formazione dell' anidrite. — Atti R. Acc. Sc. Torino 1886, XXI.

Streng A.: Ueber die in den Graniten von Baveno vorkommenden Mineralien. — N. Jahrb. f. Min. 1887, I.

Svedmark E.: Gabbron på Rådmansö och angränsande trakter af Roslagen. M. V Taf. — Geol. Fören. Förhandl. VII, VIII.

Teller F.: Die silurischen Ablagerungen der Ost-Karawanken. — Verhandlung. d. k. k. geolog. R.-A. 1886.

Derselbe: Ein zinnoberführender Horizont in den Silurablagerungen der Karawanken. — Ebenda.

Derselbe: Ueber porphyritische Eruptivgesteine aus den Tiroler Centralalpen. — Ebenda. Jahrbuch. 36 Bd, IV. H.

Digitized by Google

Toula F.: Mineralogische und petrographische Tabellen. Mit 18 Figuren. Prag, Tempsky 1886.

In dieser handlichen Form bietet der Verfasser, in erster Linie seinen Schülern, einen Lehrbehelf, welcher nicht nur das Studium der Mineralogie in der Sammlung erleichtern, sondern auch in vielen Fragen eine rasche Beantwortung gewähren wird, oder doch auf den einzuschlagenden Weg hinweist.

Der Stoff ist passend auf 12 Tabellen vertheilt, von denen manche dem Schüler ein eigenes Hilfsbuch zu ersetzen vermögen, wie z. B. die „Analytische Tabelle (VII) zur Bestimmung der Minerale mit Zuhilfenahme des Löthrohres".

Die I. — krystallographische — Tabelle zeigt eine Nebeneinanderstellung der Bezeichnungsweisen der einfachsten Formen nach Weiss, Naumann und Miller für die sechs Krystallsysteme mit den hemiedrischen Abtheilungen. Tabelle II enthält die Reactionen der Elemente mit besonderer Berücksichtigung der mineral-chemischen Methoden, Tabelle III eine Zusammenstellung der mikrochemischen Reactionen; letztere Tabelle leidet unter dem Mangel der in diesem Falle nicht zu entbehrenden Abbildungen der Niederschläge. Tabelle IV gewährt einen guten Ueberblick über das Vorkommen der Elemente in den Mineralen.

Die wichtigste und umfangreichste Tabelle ist die V., Systematische Uebersicht der Minerale, nach Naumann-Zirkel angeordnet, an welche sich die VI. über das Vorkommen der Minerale anschliesst.

Tabelle VIII soll den Gang der Durchführung einer Gesteinsuntersuchung und der Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale im Felde und im Laboratorium zeigen, Tabelle IX im Anschlusse daran die Bestimmung des Krystallsystemes eines Gesteinsbestandtheiles im Dünnschliffe mit Hilfe des Polarisations-Mikroskopes.

Eine Uebersicht der Gesteine (X), ihrer chemischen Zusammensetzung in Mittelwerthen (XI) und eine Uebersicht der geologischen Formationen (XII) schliessen das Buch ab, welches in seinem reichen Inhalte viel auch für den Fachmann recht Brauchbares enthält. H. Wichmann.

La Valle G.: Sul diopside di Val d'Ala. M. IV Taf. — Memorie Reale Acc. dei Lincei 1886.

Walther J.: Ueber den Bau der Flexuren an den Grenzen der Continente. M. III. Taf. — Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. 1886, XX.

Derselbe und Schirlitz P.: Studien zur Geologie des Golfes v. Neapel. — Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1886.

Websky M.: Ueber Caracolit u. Percylit. — Sitzber. k preuss Ak. d Wiss. 1886.

Williams G. H.: The Gabbros and associated Hornblende Rocks occuring in the neighbourhood of Baltimore. M. IV Taf. — Bull. U. S. Geolog. Survey. 1886. 28.

Derselbe: The Norites of the „Cortland Series" on the Hudson River near Peekskill, N.-Y. 3 Fig. — Am. Journ. Sc. 1887, XXXIII.

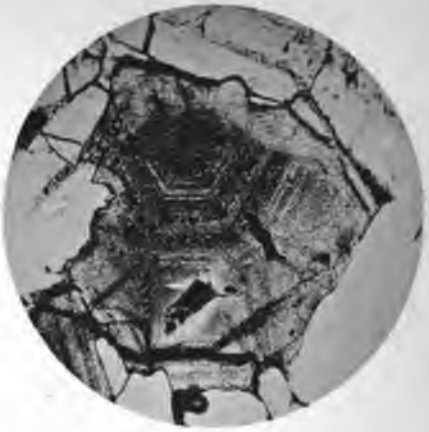
Wollemann A.: Zur Kenntniss der Erzlagerstätte von Badenweiler und ihrer Nebengesteine. — Inaug.-Dissert. Würzburg 1887.

Wülfing E. A.: Untersuchung zweier Glimmer aus den Gneissen des Rheinwaldhorn-Massivs, Graubündten. — Ber. d. d. chem. Ges. 1886, XIX, 13.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien.

Digitized by Google

1.



2.

3.

4.

5.

6.

F. Schmidt, Anstalt für Mikrophotographie, Breslau, Paradiesstr. 30.

Digitized by Google

THE ASTOR LIBRARY
NY

Digitized by Google

XVI. Ueber die Natur der Glasbasis, sowie der Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma.

Von Dr. **A. Lagorio**,
Professor an der Universität Warschau.

In dieser Arbeit sind die Resultate mehrjähriger Untersuchungen niedergelegt. Die fast vollkommene Unkenntnis der Natur und chemischen Zusammensetzung der Glasbasis eruptiver Gesteine veranlasste mich die Untersuchung derselben vorzunehmen. Daran knüpften sich Studien über die Ausscheidungsfolge der Minerale und deren bedingende Ursachen. Auch einige Experimente wurden ausgeführt. Dieselben sind im Abschnitt II geschildert.

Unter der Bezeichnung „Basis“ verstehe ich nach dem Vorgange Zirkel's[1]) den glasigen, nicht individualisirten Rest in einem Gesteine, resp. in seiner Grundmasse; unter „Grundmasse“, wie allgemein angenommen, diejenige Substanz, welche als mehr oder weniger grob- oder feinkörniger, auch hyaliner Teig, meist von gleichmässiger Beschaffenheit, die porphyrischen Gemengtheile umgibt und die für gewöhnlich aus späteren oder richtiger gesagt anderen Generationen von Ausscheidungen, oft im Verein mit einem glasigen Residuum der Krystallisation — der Basis — aufgebaut wird. Es ist klar, dass die Begriffe Basis und Grundmasse sich dort decken werden, wo nur porphyrische Gemengtheile und glasige Substanz das Gestein zusammensetzen. Mit „Magma“ soll in der Folge die ursprüngliche ganze

[1]) Mikroskopische Beschaffenheit der Miner. u. Gesteine. 1873, pag. 268.

Digitized by Google

Substanz eines Gesteins, abgesehen von etwaigen späteren Neubildungen und secundären Mineralen, bezeichnet werden und nicht etwa ein Theil desselben. Somit würde die Bezeichnung Magma dort anzuwenden sein, wo es sich hauptsächlich um die Kennzeichnung eines Gesteins als chemisches Individuum handelt, ohne specielle Einordnung in das petrographische System. Diese wird erst durch die Zerfällung des Magma in Molecularassociationen bedingt. Es ist wohl kaum nöthig, zu erwähnen, dass man von einem Magma nur bei geflossenen Gesteinen reden darf. Die Basis ist somit ein genetischer Begriff, der einen ursprünglich flüssigen, respective beweglichen Zustand bedingt. Es ist die erstarrte Mutterlauge, derjenige Theil des Magma, der am wenigsten Tendenz zeigt zu krystallisiren. Es ist einleuchtend, dass diese Definition der Basis eine Anwendung der Bezeichnung „Basis" für irgend welche secundäre porodine Substanz, die häufig das täuschendste Aussehen eines Glases besitzt, z. B. die opalartige Substanz in Andesiten und Trachyten, und die Basis vertritt, vollständig ausschliesst. Es ist a priori anzunehmen, dass die Basis, der Glasrest, nicht nur eine von der Zusammensetzung der in ihr angeschossenen Krystalle abweichende chemische Constitution zeigt, sondern sich auch wesentlich von der Gesammtzusammensetzung des Gesteins unterscheidet. Bei einer identischen Constitution wäre es unbegreiflich, weshalb nicht das Ganze krystallinisch erstarrt sei, sondern ein Theil. Dass aber ganz minime Verschiebungen und Unterschiede den hyalinen und krystallinen Zustand bedingen können, unterliegt wohl keinem Zweifel. Untersuchungen über die Ausscheidungen in künstlichen Gläsern haben gezeigt, dass die sphärolithischen und krystallinen Ausscheidungen und der Glasrest stets einen Unterschied in der chemischen Zusammensetzung aufweisen. [1]) Die gegentheilige Meinung entstand dadurch, dass einige der angeführten Autoren die Frage von einem anderen Standpunkte behandelt haben. Für sie handelte es sich darum, nachzuweisen, ob bei der Krystallisation des Ganzen eine Veränderung der chemischen Zusammensetzung nicht im Magma, sondern des Magma, durch Verdampfung von Alkalien etc. entsteht. Das negative Resultat wurde dann auf die Ausscheidungen innerhalb des Glases übertragen. Sieht man aber die wenigen entsprechenden Analysen durch, so findet

[1]) cf. H. Benrath, Beiträge zur Chemie des Glases. Dorpat 1871. Dumas, Compt. rend. 1855, 40. Pelouze, Compt. rend. 1866, 64. Terreil, ibid. 1857, 47.

Digitized by Google

man durchgängig einen, wenn auch geringen Unterschied in der procentischen Zusammensetzung des Glasrestes und der Ausscheidungen. Und zwar findet in den übersauren künstlichen Gläsern eine Anreicherung von SiO_2 in den Ausscheidungen statt. Eine Reihe von Versuchen, die ich angestellt habe und die an einem anderen Orte des Näheren besprochen werden sollen, zeigt, dass bei ganz homogenen, schwer schmelzbaren, also eisenarmen Hornblenden die Erstarrung im Momente des Schmelzens als Augitnadelaggregate vor sich geht. Bei nicht ganz homogener chemischer Zusammensetzung, beim Vorhandensein mikroskopischer Einschlüsse anderer Minerale, ist ein Zerfall des Magma in verschiedene Moleculargruppen zu erwarten, ebenso bei leicht schmelzbaren Verbindungen unter übrigens gleichen Bedingungen. Ein ganz reiner, weisser Hornblendeasbest von Susa verwandelte sich beim Schmelzen unmittelbar in ein Aggregat von schönen Augitkrystallen mit allen charakteristischen Eigenschaften, z. B. Spaltbarkeit des Pyroxens. Es ist nicht richtig, wenn man meint, dass ein Gestein, welches einen Glasrest enthält, vollständig krystallin und gleichmässig erstarrt wäre, wenn es längere Zeit in einem Zustande verharrt hätte, der eine Beweglichkeit und ein Wandern der Molekel bedingt, denn es lassen sich nur zwei Möglichkeiten denken: entweder das Magma zerfällt gleichzeitig durch die ganze Masse hindurch in mehrere Moleculargruppen (Minerale), dann wird es gleichmässig krystallinisch durch die ganze Masse hindurch, dazu muss aber das ursprüngliche Magma ganz homogen sein, oder es entstehen successive Ausscheidungen von verschiedener chemischer Zusammensetzung, die unter den gegebenen Bedingungen immer schwieriger krystallisiren. Im letzteren Falle werden aber die Bedingungen zu allen möglichen Zerfällungen innerhalb des Magmas gegeben sein. Man kann den Satz aussprechen, dass bei successiver Ausscheidung der Minerale in einem Magma niemals der Fall eintreten wird, dass ein seiner Entstehung nach jüngeres Mineral dieselbe Zusammensetzung haben wird, wie ein vor ihm auskrystallisirtes, wenn es auch zu derselben isomorphen Mischungsreihe gehört. So wird ein porphyrisch ausgeschiedener Sanidin nie dieselbe Zusammensetzung haben, wie ein solcher in demselben Gestein, aber in der Grundmasse später gebildeter, ebenso verhält es sich mit den Plagioklasen

Digitized by Google

und den übrigen gesteinsbildenden Mineralen. Dieses erhellt auch schon a priori, soll aber in der Folge noch an der Hand der chemischen Analyse gezeigt werden. Kurz zusammengefasst: Es werden sich in einem Gestein niemals zwei verschiedenen Generationen angehörige, natürlich unveränderte Minerale nebeneinander finden, die gleiche chemische Zusammensetzung zeigen. Viel Verwirrung ist in die Frage über die chemischen Bedingungen bei der Ausscheidungsfolge der Gesteinsgemengtheile durch einseitige Betonung der entscheidenden Wichtigkeit des Verhältnisses der SiO_2, Sesqui- und Monoxyde, gebracht worden, wobei dann Alkalien und alkalische Erden zusammengezogen wurden. Kali und Natron verhalten sich sehr verschieden in Bezug auf den Aufbau krystallisirter Verbindungen, ebenso ist ihre chemische Affinität zu den alkalischen Erden CaO und MgO eine total verschiedene; daher lassen sie sich auch nicht zusammenfassen und den Sesquioxyden und der Kieselsäure gegenüberstellen. Es ist wahrscheinlicher, dass der Kampf der zuerst angeführten Basen untereinander beim Aufbau isomorpher Verbindungen, die zu krystallisirten Mineralen zusammentreten, das entscheidende Moment bei diesen Vorgängen im Magma ist. Die wichtige und verdienstvolle Untersuchung von Vogt[1]) hat in diese Frage zwar Licht, aber noch keineswegs volle Klarheit gebracht.

Rosenbusch[2]) stellte den Satz auf, die Ausscheidung der Minerale in einem Magma geschehe nach steigender Acidität, d. h. es schieden sich immer kieselsäurereichere Verbindungen zuletzt aus, die basischen krystallisirten zuerst.[3]) Ich würde es nicht wagen, die Meinung des verdienten Petrographen zu bekämpfen, wenn das von ihm aufgestellte Princip vom chemischen Standpunkte aus nicht doch bedenklich erscheinen würde. Uebrigens hat das Princip keine allgemeine Giltigkeit, wie denn auch Rosenbusch selbst die Diabase ausnimmt, in welchen der Feldspath vor den Augiten zur Ausscheidung gelangt ist. An die sauren künstlichen Gläser

---

[1]) Studier over slager. Meddland. f. Stockh. Högskola. N. 8. Bihangtill K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. IX, N. 1, 1884.

[2]) N. J. 1882, Bd. II, pag. 7.

[3]) Schon früher hat auf das Vorhandensein dieser Regelmässigkeit Höpfner in seiner werthvollen Arbeit über den Monte Tajumbina (N. J. 1881, II, p. 188) hingewiesen. In richtiger Erkenntnis hat er aber den Satz nicht so allgemein und streng gefasst, wie es Rosenbusch thut.

Digitized by Google

sei hier nochmals erinnert und dasselbe lässt sich bei den natürlichen constatiren, wie man weiter aus den Analysen ersehen wird. Der Satz kann nicht einmal den Werth einer empirischen Regel beanspruchen, denn es lassen sich eine grosse Anzahl von Ausnahmen anführen, die eine allgemeine Anwendung desselben nicht gestatten.

Es ist auch unerfindlich, was der grössere oder geringere Gehalt an Kieselsäure bei der Ausscheidung eines Gemengtheiles, d. h. beim Auskrystallisiren desselben aus einer jeweiligen, nach jeder Ausscheidung in der Zusammensetzung wechselnden Lösung bedeuten soll. Die Sache verhält sich nicht so einfach, wie es auf den ersten Blick scheint. Es sind offenbar hier eine Menge von sehr subtilen chemischen und physikalischen Vorgängen thätig, welche zusammenwirkend und sich kreuzend zu verschiedenen Resultaten führen. Unter gleichen physikalischen Bedingungen sind lediglich Massenwirkungen und die Affinität der Basen untereinander in zweiter Linie zur Kieselsäure, das Entscheidende.

In dieser Arbeit habe ich versucht diesen Satz näher zu begründen. Zu dem Zwecke sind von mir eine Reihe von Analysen der Gesteine und der Basis, sowie auch der Grundmasse und der Feldspathe ausgeführt worden, auch habe ich eine Reihe von Experimenten über Massenwirkungen unternommen, um die Beziehungen der Basen untereinander, die ja im Silicatmagma noch so wenig studirt sind, zu beleuchten. Es hat mir fern gelegen, Alles und Jedes erklären zu wollen; die Absicht war, einiges Material zu liefern, um ein exacteres Herantreten an diese so wichtigen Fragen anzubahnen. Dass ich es versucht habe, den Ergebnissen meiner Analysen und Experimente eine Deutung zu geben, wird man erklärlich finden. Die specielle Discussion der Resultate folgt bei der Besprechung der Analysen und am Schlusse der Arbeit im III. Abschnitt.

Es war schwer ein entsprechendes Material zu beschaffen. Man bedarf dazu einer vorläufigen Sichtung der Gesteine in Bezug auf einen etwaigen Gehalt an Basis, also einer mikroskopischen Untersuchung vieler Gesteinsproben. Obgleich nun die glasigen und glasartigen Gesteine aus vielen Gegenden bekannt und genau beschrieben sind, so fällt es doch bei dem steten Wechsel in dem gegenseitigen Quantitätsverhältnis der Gemengtheile eines Gesteins schwer, solche Handstücke aufzufinden, die eine glasige Basis in solchem Masse

Digitized by Google

enthalten, dass eine Trennung durch die bekannten Trennungsmethoden ermöglicht wäre. Dabei war es angezeigt, Gesteine von möglichst verschiedener mineralogischer und chemischer Zusammensetzung der Untersuchung zu unterziehen und ebenso eine Verschiedenheit der Fundorte anzustreben. Es wurden nur unzweifelhaft eruptive Gesteine, und zwar meist rein vulcanischen Ursprungs, berücksichtigt, mit einer einzigen Ausnahme. Die Untersuchungen beziehen sich daher nur auf unveränderte Gesteine, deren Eruption in die jüngsten geologischen Epochen und in die Gegenwart fällt. Die einschlägigen Fragen können auch nur an diesen mit Aussicht auf Erfolg studirt werden, weil sie Zerfällungen des Magma rein zur Darstellung bringen. Die älteren, auch wohlerhaltenen, sogenannten frischen Gesteine sind alle durchgängig alterirt, es muss dieses wenigstens a priori angenommen werden, daher eignen sie sich auch nicht zur Untersuchung der Fragen über die Spaltungen innerhalb des Magma, denn hier handelt es sich um genaue Feststellung der stöchiometrischen Verhältnisse der verschiedenen entstandenen Verbindungen untereinander und zum Ganzen; diese werden aber bereits in hohem Grade durch eine sehr geringfügige Veränderung (Verwitterung, Zersetzung, Umwandlung) verdeckt und alterirt. Wie tief und rasch solche Veränderungen vor sich gehen können und in wie hohem Grade die Gläser denselben unterworfen sind, beweisen die Versuche von Lemberg[1]), welcher sie der Einwirkung verschiedener Lösungen und des destillirten Wassers unterwarf und dabei die tiefgehendsten Veränderungen in kürzester Zeit constatiren konnte. Die heutige Zusammensetzung der Bestandtheile der Gesteine älterer geologischer Epochen ist das Resultat einer doppelten Reihe von Processen, von denen die einen, analog denjenigen in den jüngeren Gesteinen den Zerfall des Magma in bestimmte Verbindungen veranlassten, während die anderen diese letzteren stetig zu verändern bestrebt waren. Das Resultat ist demnach ein so verwickeltes, dass ein Herangehen an die Untersuchungen über Zerfällungsvorgänge in alten Gesteinen bei der jetzigen geringen Kenntnis der Umwandlungsvorgänge ganz aussichtslos und unerlaubt ist. Es müsste eben dazu der ursprüngliche Zustand des Gesteins nach der Erstarrung wieder hergestellt werden. Für gewöhnlich dient als Kriterium dafür, ob ein Gestein mehr oder weniger umgewandelt ist, der Wassergehalt desselben. Nun hat der H_2O-Gehalt als Kriterium

[1]) Zeitschr. d. d. g. G. 1875, XXVII, 531, und 1877, XXIX, 568.

Digitized by Google

nur einen sehr relativen Werth, denn er ist nur dort von Belang, wo er durch das Vorhandensein unzweifelhaft secundärer, aus wässerigen Lösungen entstandener Minerale, wie Chlorit, Eisenhydroxyd, Kaliglimmer etc. bedingt wird. Für die Gläser gilt dieses bereits nicht, denn es ist unzweifelhaft, dass unveränderte, ganz frische Gläser Wasser, wenn auch in geringer Menge, chemisch gebunden enthalten können. Beweist nun die Gegenwart des Wassers nicht immer ein Zersetzt- oder Umgewandeltsein des Gesteins, so ist dessen Abwesenheit noch weniger als Beweis für die „Frische", den unveränderten Zustand, zu verwerthen. Die zahlreichen experimentellen Arbeiten von Lemberg[1]), sowie Pseudomorphosen von wasserfreien Silicaten nach wasserhaltigen machen diese Annahme ganz hinfällig. Die Umwandlung von ursprünglich wasserfreien, geflossenen Gesteinen in wasserhaltige Minerale enthaltende und dann wiederum in solche aus wasserfreien bestehende ist nicht von der Hand zu weisen, ebenso die Entstehung wasserfreier Minerale aus wasserfreien unter Vermittlung wässeriger Lösungen. Die Bildung wasserfreier Minerale auf nassem Wege, respective die Umbildung aus Schmelzfluss erstarrter Minerale in wasserfreie Silicate muss namentlich dort von Statten gehen, wo ein bereits starres Gestein in grosser Tiefe längere Zeit verharrte, d. h. wo es einer beträchtlich hohen, wenn auch weit vom Schmelzpunkte entfernten Temperatur ausgesetzt war. Lemberg's[2]) Ergebnisse über Abnahme des Wassergehaltes der künstlich dargestellten Silicate mit steigender Temperatur sind ein directer Beweis dafür. Diese Thatsache stimmt auch mit dem allgemeinen Verhalten der Salze, wonach bei hoher Temperatur aus wässeriger Lösung wasserfreies, bei niedriger wasserhaltiges Salz sich ausscheidet. Es ist nicht zu leugnen, dass die Gesteine älterer geologischer Epochen und solche jüngerer im allgemeinen einen verschiedenen Habitus tragen, trotz der Wiederholung derselben structurellen Formen des sie zusammensetzenden Mineralverbandes. Der abweichende Habitus wird durch den verschiedenen Habitus der Minerale selbst in beiden bedingt, abgesehen von der Art ihres Zusammentretens zu Gesteinskörpern, d. h. der Structur des Gesteins. Der Unterschied ist nicht ein nur durch physikalische Eigenschaften bedingter, sondern er lässt sich auch bei der chemischen Zusammensetzung mancher Gesteinsgemeng-

[1]) In den verschiedenen Jahrg. der Z. d. d. g. G. von 1872 an.

[2]) Z. d. d. g. G. 1885, pag. 970.

Digitized by Google

theile verfolgen. Der Habitus des Orthoklas der alten Gesteine ist ein ganz anderer als der des Sanidins, ebenso sind die Plagioklase von den Mikrotinen unterschieden. Auch an den Hornblenden, wie den Augiten lässt sich ein Unterschied verfolgen. Betrachten wir den orthothomen Feldspath, so fällt zunächst bei dem Vergleich der zahlreichen bekannten Analysen der Umstand auf, dass der pyrogene Sanidin, ungeachtet des hohen Gehaltes des Gesammtgesteins an K_2O. immer beträchtliche Quantitäten Na_2O enthält, während der reine, nicht perthitartige Orthoklas der älteren Gesteine nur sehr geringe Mengen des letzteren aufweist. Namentlich die hydatogenen Feldspathe der krystallinischen Schiefer und die aufgewachsenen, chlorithaltigen Adulare repräsentiren die fast reine K_2O-Verbindung, auch in solchen Gesteinen, in welchen Na_2O vorhanden ist. Es ist nicht anzunehmen, dass die Affinität der Stoffe untereinander unter den veränderten physikalischen Bedingungen bei der Eruption eines Granits und eines Trachyts wechseln sollte, was doch nothwendig wäre, um eine andere Gruppirung der Molekel zu Verbindungen zu veranlassen. Der mikrotinartige Habitus der Plagioklase mancher Diabase und Melaphyre spricht auch dafür, dass in alten und jungen Gesteinen die ursprüngliche Zerfällung im Magma die analoge gewesen ist.

Der massgebende Factor wäre der Druck, doch über dessen Einfluss auf die Affinität sind nur negative Resultate bekannt. Die Ursache der Verschiedenheit liegt offenbar in etwas Anderem. Auch das Auftreten des Leucits und der Minerale der Hauyngruppe erst in jüngster geologischer Zeit ist ein Factum von nicht zu unterschätzender Tragweite. Nur die chamäleonartige Wandelbarkeit dieser Minerale, wie sie durch Lemberg[1]) erwiesen wurde, lässt ihre auffallende Abwesenheit in den älteren Gesteinen begreifen. Diese Andeutungen werden genügen, um die Möglichkeit, sogar Wahrscheinlichkeit des veränderten Zustandes, in welchem sich die älteren eruptiven Gesteine heute befinden, darzuthun. Auch beruht diese Erklärung auf bekannten, wohlconstatirten Thatsachen, so dass sie eine sehr naheliegende ist. Die Begründung des verschiedenen Habitus der alten und jungen Gesteine im sogenannten frischen Zustande durch wechselnden „Druck und die beliebten veränderten Bedingungen bei der Eruption“ ist rein hypothetischer Natur und bis jetzt nur ein Nothbehelf, um unsere Unkenntnis zu maskiren.

[1]) Z. d. d. g. G. 1883, pag. 557 ff.

Digitized by Google

Ich verweile bei diesen Ausführungen länger, weil es allgemein angenommen ist, geologisch als eruptiv zu betrachtende Gesteine, wie Granit, Syenit u. A., ganz analog zu betrachten und in Bezug auf Mineralausscheidung und Spaltungsvorgänge gleich zu behandeln wie die Liparite, Trachyte u. s. w. Dem gegenüber möchte ich hervorheben, dass der Einwand kaum zu beseitigen ist, dass auch die „frischen", d. h. wasserfreien Gesteine mit krystallinischer oder porphyrischer Structur, deren Bestandtheile einen anderen bekannten Habitus besitzen als die aus dem Schmelzfluss, in der Lava krystallisirenden analogen Gemengtheile, ursprünglich eruptive, aber metamorphe Gesteine sind und daher in dieser Beziehung keine analogen Schlüsse erlauben. Meiner Ansicht nach ist es nicht statthaft, einen Granit als das reine Resultat der Zerfällung des granitischen Magma und der successiven Ausscheidung von Glimmer, Feldspath und Quarz zu betrachten, wie Rosenbusch[1]) es versucht hat, viel eher liesse er einen Vergleich trotz der ursprünglich eruptiven Natur mit rein metamorphen Gneissen zu.

Die Hauptschwierigkeit bei der Entzifferung genetischer Vorgänge bei der Bildung sämmtlicher Gesteine, insbesondere der massigen, liegt in der zweifachen Weise der Entstehung sämmtlicher gesteinsbildender Minerale. Diese bilden sich sowohl aus Schmelzfluss, als auch auf nassem Wege. Die Kriterien für die eine oder andere Bildungsweise eines fraglichen Minerals sind nur vereinzelt vorhanden. In der Regel lässt sich aus dem Habitus des Minerals die Frage nicht entscheiden. Wohl aber aus der Natur des Gesteins und anderen Kennzeichen, wie pseudomorphe Natur, Umhüllung durch andere Substanzen, deren Bildung bekannt ist, u. s. w. Die allgemeine chemische Natur scheint identisch zu sein; über specielle Abweichungen in der chemischen Zusammensetzung derselben Species verschiedener Entstehungsweise ist kein Material gesammelt; es ist aber wahrscheinlich, dass solche vorhanden sein werden, doch würden letztere die eigentliche Constitution nicht beeinträchtigen, wenn man die Minerale als Gemenge isomorpher Grundverbindungen betrachtet, wie es heute geschieht. Die Entstehung identischer Verbindungen, d. h. Minerale auf zweierlei Weise, auf zwei ganz verschiedenen Wegen, aus Schmelzfluss und wässeriger Lösung, ist aber eine Erscheinung von ausserordentlicher Tragweite. Sie beweist,

[1]) N. J. 1882, II, pag. 1 ff.

Digitized by Google

dass die gesteinsbildenden Minerale, die einer solchen zweifachen Genesis fähig sind, ganz besonders stabile Gleichgewichtslagen der Molekel repräsentiren, daher letztere stets die Tendenz haben werden, zu solchen stabilen Gruppirungen zusammenzutreten. Es werden daher gewisse Verbindungen, gesteinsbildende Minerale, die verbreitetsten und häufigsten unter den Gemengtheilen sämmtlicher Silicatgesteine sein, und diese ihre weite Verbreitung und überhaupt ihr Auftreten erweist sich als ganz unabhängig von der Entstehungsweise des sie beherbergenden Gesteins.

Dieses Resultat der Betrachtung ist für uns aber ein höchst wichtiges. Es folgt daraus, dass bei der Bildung dieser hierbei ausschlaggebenden Verbindungen die Affinitäten in wässeriger Lösung und im Schmelzfluss unverändert bestehen. Ist Letzteres erwiesen, so wird es nothwendig sein, anzunehmen, dass der Verlauf der Processe und physikalischen Vorgänge bei der Ausscheidung fester Verbindungen aus Salzlösungen im Wasser und aus Lösungen in geschmolzenem Magma ein analoger sein wird. Dadurch werden wir aber in den Stand gesetzt, die reichen, anderweitig gewonnenen Erfahrungen über die Vorgänge in wässeriger Lösung auf die wenig bekannten Processe im Schmelzfluss in Anwendung zu bringen. Dieses erweist sich besonders fruchtbar bei der Heranziehung der Uebersättigungs- und Ueberkaltungserscheinungen der Salzlösungen für das Schmelzmagma der Gesteine. Dass ein principieller Unterschied zwischen den Vorgängen beim Erstarren von Salzlösungen und schmelzender Salzgemenge nicht besteht, ist schon früher wahrscheinlich gemacht und von verschiedenen Forschern ausgesprochen worden; hier ist versucht worden, dasselbe für die Silicatgesteine zu erweisen. Die specielle Anwendung der gefundenen Gesetze und die Literatur findet sich weiter bei der Discussion der analytischen Daten.

Das bearbeitete Material stammt hauptsächlich aus den hiesigen petrographischen Sammlungen, zum Theil habe ich dasselbe der Freundlichkeit der Herren Zirkel und J. Roth zu verdanken, die mir gestatteten, einige Proben aus ihren reichhaltigen Sammlungen auszuwählen. Ein Stück stammt von Herrn v. Fritsch in Halle. Allen genannten Herren Collegen bin ich dafür zu grösstem Danke verpflichtet. Schliesslich wurden einige Gesteine aus der Krym untersucht, welche ich dort auf meinen geologischen Untersuchungsreisen gesammelt habe.

Digitized by Google

Was die Methoden der mechanischen Trennung betrifft, so sind es die bekannten auf specifischem Gewicht und magnetischen Eigenschaften basirten. Die Gesteine wurden gröblich gepulvert, das Pulver im Nöbel'schen Apparate behufs Entfernung der Staubtheilchen geschlämmt und dann einer Trennung im Harada'schen und Brögger'schen Apparate mittelst der Thoulet-Goldschmidt-schen Quecksilberkaliumjodidlösung, der Rohrbach'schen und Klein-schen Lösung nach Massgabe der Umstände unterzogen. Zur Scheidung der einzelnen Gemengtheile wurde ein gröbliches Pulver aus dem Schlämmrückstande, mittelst Durchsieben desselben durch zwei fast gleichmaschige Netze, von möglichst gleichmässiger Korngrösse bereitet und aus demselben etwaige Eisentheilchen, welche durch Zerstossen des Pulvers in einem Stahlmörser hineingerathen sein konnten, mit einem gewöhnlichen guten Magnet entfernt. Nach der Trennung wurde das Pulver auf seine Homogenität unter dem Mikroskope geprüft und eventuell nochmals getrennt, mit KJ-Lösung ausgewaschen, in siedendem Wasser mehrmals ausgekocht und schliesslich auf dem Filter nochmals mit heissem Wasser gewaschen. Das Auskochen ist bei Anwendung der Thoulet'schen und Rohrbach-schen Flüssigkeit unerlässlich. So behandelte Proben ergaben dieselben Mengen von K_2O, wie versuchsweise mittelst Klein'scher Lösung getrennte; ohne diese Vorsicht wird leicht eine, wenn auch sehr geringe Quantität KJ zurückgehalten, namentlich, wenn das Pulver längere Zeit in der betreffenden Flüssigkeit verweilte, was durch Vorversuche constatirt werden konnte. Die Trennung mit dem Elektromagneten geschah auf bekannte Weise. Sie wurde hauptsächlich zur reinen Gewinnung des Feldspaths benützt. Dazu wandte ich einen gewöhnlichen, sehr starken, horizontal gebauten Elektromagneten an, wie solche zur Messung des Dia- und Paramagnetismus im Gebrauch sind. Die Anziehung konnte durch horizontale Verschiebung, respective Entfernung der Pole von einander, variirt werden. In Verbindung mit einer Bunsen'schen Tauchbatterie und entsprechender Construction der Pole lässt sich mit diesem Apparat erfolgreicher arbeiten, wie mit den verhältnismässig schwächeren hufeisenförmigen Magneten, die für gewöhnlich bei petrographischen Untersuchungen im Gebrauch sind. Der Feldspath lässt sich absolut rein, bei genügendem Material, auch frei von allen Einschlüssen isoliren. Die nähere Besprechung der Ausführung der Trennung der

Digitized by Google

Gesteinsgemengtheile kann ich mir ersparen; dieselbe ist ja neuerdings öfter der Gegenstand der Beschreibung gewesen und zusammenfassend mit bekannter Gründlichkeit zuletzt von Rosenbusch in der 2. Auflage seiner „Mikroskopischen Physiographie der Mineralien", Bd. I, erörtert worden. Doch einen Umstand möchte ich besonders betonen, welcher noch immer nicht die gebührende Beachtung gefunden hat. Bei solchen Untersuchungen, wie die vorliegende, wo es sich um die genaue Feststellung der Vertheilung der einzelnen Stoffe auf die verschiedenen Gemengtheile handelt, ist es unerlässlich, alle Analysen der Gemengtheile an Pulvern zu vollziehen, die nicht nur aus einem Handstücke stammen, sondern aus ein und demselben Pulver isolirt worden sind. Die Bauschanalyse muss an demselben, aber noch ungeschlämmten Pulver vorgenommen werden, welches später zur Isolirung behufs chemischer Analyse der Gemengtheile benutzt werden soll. Das Sieben und Schlämmen des Pulvers für die Bauschanalyse eines Gesteins ist ganz unzulässig und führt zu ganz falschen Resultaten, denn der staubige, feinste Theil des Pulvers, welcher durch diese Manipulationen entfernt wird, hat eine andere Zusammensetzung wie die grösseren Körner. Die weicheren, spröderen und besser spaltenden Gemengtheile eines zusammengesetzten Gesteins zerstäuben zuerst, die härteren und zäheren viel schwerer, in Folge dessen tritt Anreicherung der einen und anderen Gemengtheile in dem fein- und grobkörnigeren Theile des Pulvers ein und zugleich eine Verschiebung in der chemischen Zusammensetzung. Aus demselben Grunde dürfen die gröberen Stücke auch nicht entfernt werden, sondern das ganze zu untersuchende Stück muss gröblich gepulvert, dann gleichmässig gemengt und eine mittlere Probe zur Bauschanalyse verwandt werden; aus demselben Pulver sind dann die Gemengtheile zu isoliren. So selbstverständlich dieses erscheint, so wird doch täglich dagegen gesündigt. Das Sieben und Schlämmen der Pulver für Bauschanalysen der Gesteine wird namentlich allgemein empfohlen. Mir erschienen diese Bemerkungen um so unerlässlicher, als es noch heute in der Petrographie allgemeiner Usus ist Dinge mit einander zu vergleichen, welche unvergleichbar sind. So z. B. werden Bauschanalysen von Gesteinen und Analysen der Grundmasse oder der Feldspathe daraus, die nicht nur nicht an ein und demselben Handstücke vollzogen sind, sondern von verschiedenen Autoren stammen, welche verschiedenes Material bei

Digitized by Google

ihren Untersuchungen benutzt haben, mit einander verglichen. Die Schlüsse, welche aus einem solchen Vergleich gezogen werden, sind ganz illusorisch und müssen ein ganz falsches Resultat geben. Es ist ja bekannt, dass die chemische Zusammensetzung der gemengten Massengesteine von Schritt zu Schritt wechselt; wenn auch diese Unterschiede im allgemeinen in ein und demselben Gesteinskörper meist geringfügige sind und sich hauptsächlich auf geringe Verschiebungen der Alkalienmengen unter einander und den alkalischen Erden gegenüber beziehen, so vermögen dieselben trotzdem merkbare Verschiedenheit in dem Zusammentritte isomorpher Grundverbindungen zu Mineralen hervorzubringen, manchmal aber eine ganz abweichende Gruppirung der Stoffe zu bedingen. Da es sich hier um Klarlegung rein stöchiometrischer Verhältnisse handelt, so ist es auch klar, dass bei der geringsten Aenderung in der Zusammensetzung des Ganzen, auch die zusammensetzenden Theile daran Theil nehmen werden, und da es vor allen Dingen festzustellen gilt, ob überhaupt die Zusammensetzung der einzelnen Gemengtheile des Magma eine Function der chemischen Zusammensetzung dieses Magma ist und welche, so ist die oben gestellte Bedingung der Untersuchung eine absolut nothwendige. Dass aber die Beantwortung dieser Fragen die nothwendige Vorbedingung zur Erforschung der Spaltungsvorgänge im Magma und deren Bedingungen und Ursachen ist, muss einleuchten. Die von französischen Forschern angeregte und heute weit gediehene Feststellung der Reihenfolge der Ausscheidungen birgt nicht den Schlüssel zur Lösung des Problems; dieselbe gibt nur ein ganz allgemeines Bild und nur in Umrissen die Resultate des Processes qualitativ, nicht quantitativ. Das Punctum saliens liegt in der genauen Darlegung der chemischen Beziehungen, dann ist aber der obige Weg der allein gangbare.

Was nun die Ausführung der eigentlichen chemischen Analysen betrifft, so sind die üblichen Methoden dabei in Anwendung gebracht worden. Zur Bestimmung der Basen wurden die Proben mit Flusssäure aufgeschlossen, die Bestimmung der Kieselsäure geschah nach dem Aufschliessen mit kohlensaurem Kali-Natron. Das Wasser ist aus dem Glühverlust berechnet worden, doch nur dort, wo eine Prüfung auf CO_2, Fl, Cl negative Resultate ergab. Die Proben wurden lufttrocken analysirt. Es ist hervorzuheben, dass besondere Aufmerksamkeit der Bestimmung der Alkalien gewidmet

Digitized by Google

wurde und sind dieselben durchgängig mit Platinchlorid getrennt und nach der Gewichtsbestimmung zur Controle nochmals berechnet worden; das K_2O aus dem durch Reduction wiedergewonnenen metallischen Platin, das Na_2O aus dem ebenso aus Natriumplatinchlorid gewonnenen $NaCl$.[1]) Da diese Analysen, so viel mir bekannt, die ersten sind, die einen Vergleich der chemischen Zusammensetzung der Basis und des Gesteins anstreben, so galt es vor allen Dingen, eine allgemeine Grundlage zu schaffen, daher ist auch von einer speciellen Bestimmung der Oxyde des Eisens und der Bestimmung des Mangans Abstand genommen worden. Ich verhehle mir durchaus nicht, dass dieses eine gewisse Lücke in die Untersuchungen hineinbringt, doch ist sie nicht so empfindlich, dass darunter die allgemeine Uebersicht der Beziehungen der Stoffe untereinander litte, da dem FeO bei Weitem nicht die Rolle zukommt, wie dem CaO, der MgO und den Alkalien. Die Affinität und das Verhalten des FeO den beiden Alkalien gegenüber ist kein so grundverschiedenes, wie z. B. des Kalkes. Weiter unten wird der Ort sein, diese Frage etwas näher zu beleuchten. Auch beeinträchtigt der erwähnte Mangel nicht die Feststellung der wichtigen Functionen des Kalkes und der Alkalien beim Aufbau krystallisirter Verbindungen, weil meiner Ansicht nach, wie ich auch bereits Gelegenheit hatte, solches zu betonen, die Zusammenziehung der Oxyde der Form RO und ihre Gegenüberstellung der R_2O, der SiO_2 und den Sesquioxyden keine Berechtigung hat, sondern nur verwirrend wirkt. CaO, MgO, FeO, ebenso K_2O und Na_2O müssen getrennt für sich den anderen gegenüber betrachtet und ihre Beziehungen studirt werden. In dieser

[1]) Die Bestimmung der Alkalien ist nur dann ganz genau, wenn sie mit Platinchlorid als Chloralkalien getrennt werden; schwefelsaure lassen sich nicht so vollständig trennen. Daher ist die Fällung der Magnesia behufs Trennung von den Alkalien bei Gegenwart von Schwefelsäure (beim Aufschliessen mit Fluorwasserstoff) mit kohlensaurem Ammon und nachfolgender Fällung des Kali mit Platinchlorid aus schwefelsäurehaltiger Lösung nicht zu empfehlen. Auch ist beim Auswaschen des K_2PtCl_6 mit Alkohol der Zusatz von Aether besser zu vermeiden, denn es erfordert sehr viel Uebung und Aufmerksamkeit, um dadurch nicht einen zu grossen Betrag an Kali zu erhalten. Die Lösung beider Alkalien muss so weit eingedampft werden, bis das Natriumplatinchlorid noch nicht sein Krystallwasser zu verlieren anfängt, dann ist die Trennung mit absolutem Alkohol genau. Auch ist die Wägung des K_2PtCl_6 im Asbeströhrchen derjenigen auf einem gewogenen Filter vorzuziehen. Bei der Bestimmung der Alkalien werden die meisten Fehler begangen.

Digitized by Google

Arbeit habe ich mich deshalb auf die Stoffe, die ein besonders scharfes und möglichst verschiedenes Verhalten in Bezug auf einander aufzuweisen haben, beschränkt, da an solchen die Klarlegung der Beziehungen am meisten Aussicht auf Erfolg hatte. Das Studium der Rolle des *FeO* muss einer späteren Arbeit überlassen werden.

Das specifische Gewicht ist von mir mittelst des Pyknometers bestimmt und die verschiedenen Temperaturen bei der Beobachtung durch Correction auf 21·5° C. reducirt worden. Vereinzelte Bestimmungen sind nach der Goldschmidt'schen Methode ausgeführt, und zwar nur dort, wo Mangel an Material eine Pyknometerbestimmung nicht zuliess. Die Methode, nach welcher jedesmal die Zahlenwerthe erhalten wurden, ist bei diesen angegeben. Nach meinen Erfahrungen werden die Resultate bei Pyknometerbestimmungen trotz aller Vorsichtsmassregeln bei Quantitäten unter 0·7 Gramm meist unsicher, unter 0·5 Gramm ist die zweite Decimale bereits recht starken Schwankungen unterworfen. Die gröblichen Pulver wurden mit Wasser zuerst an der Luft erhitzt, dann noch heiss unter die Luftpumpe gebracht, hier weiter ausgekocht; die Zahlen sind auf Temperatur und Ausdehnung des Gefässes corrigirt.

Die mikroskopische Untersuchung wurde zunächst an Schliffen vorgenommen, die demselben Stücke entstammten, dessen anderer Theil zur Bauschanalyse und zur Trennung der Gemengtheile benutzt wurden. Die Pulver sind alle unter dem Mikroskop auf ihre Reinheit, resp. Homogenität geprüft worden und ich bestrebte mich, in dieser Beziehung die möglichste Reinheit zu erreichen. Weil letztere sehr häufig nicht zu erzielen war, musste viel Material verworfen werden. Namentlich trat dieser Fall bei basischen Gesteinen ein; bei diesen hat das Glas häufig dasselbe specifische Gewicht wie das Gesammtgestein, oder ein sehr wenig davon verschiedenes; auch ist der Eisengehalt in manchen Gläsern ein beträchtlicher[1]), so dass sowohl die Trennungsmethoden in schweren Flüssigkeiten, als auch die mit dem Elektromagneten versagen und nur eine Anreicherung des Glases erzielen lassen. Im Dünnschliff sind die Minerale auf ihre Ausscheidungsfolge untersucht worden, und so weit diese sich feststellen liess, ist sie bei der Beschreibung der Proben mitgetheilt.

[1]) Uebrigens ist das magnetische Verhalten nicht allein vom Eisengehalt abhängig, wie der Chlorit und manche Hornblenden beweisen, die schwächer angezogen werden, wie manche eisenarme Augite und Olivine.

Digitized by Google

Die successive Ausscheidungsfolge der Gemengtheile ist in den meisten Fällen mit voller Sicherheit nicht zu constatiren, wenigstens ist dieses nicht so einfach, wie es allgemein angenommen wird. Einschlüsse vermögen die Frage nicht immer zu entscheiden, wie die bekannten werthvollen Versuche mit Leucit und Augit von Michel Lévy und Fouqué [1]) beweisen. Die Entscheidung ist namentlich dann schwer, wenn eine zusammenhängende Glasbasis die krystallinen Gemengtheile umgibt, d. h. wenn das Glas quantitativ der vorwaltende Gemengtheil ist. Es lässt sich Manches gegen die Auffassung der Ausscheidungsfolge in absolut körnigen Gesteinen anführen. So muss die Behauptung, dass im Granit der Glimmer und die sogenannten Bisilicate zuerst, dann der Feldspath und zuletzt der Quarz [2]) (soll doch wohl heissen: Feldspath und Quarz zugleich) ausgeschieden werden, mit grosser Vorsicht aufgenommen werden, schon deshalb, weil die Voraussetzung, im Granit hätten wir es mit Gemengtheilen zu thun, die nicht in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit vorlägen, sondern eine Reihe metamorphosirender Processe durchgemacht haben, nicht von der Hand zu weisen ist, wie weiter oben des Weiteren entwickelt wurde. Bei jungen, rein eruptiven oder vulcanischen Gesteinen sind die Schlüsse sicherer zu ziehen, bei ausgesprochen porphyrischen Gesteinen am leichtesten, bei rein körnigen und glasreichen schwieriger.

Ueber das Verhalten der Chloralkalien in hoher Temperatur den Gläsern gegenüber hielt ich es für nothwendig, einige Experimente anzustellen; ebenso über die Wirkung der Alkalien auf Kalksilicat bei Gegenwart von Thonerde. Sie sind ausführlich weiter unten beschrieben. Hier sei nur erwähnt, dass die Versuche unter möglichst gleichen Umständen angestellt worden sind. Sind die experimentellen Untersuchungen auch nicht erschöpfend und müssen dieselben noch in einem viel weiteren Umfange verfolgt werden, so sind sie doch in jeder Beziehung lehrreich, und man wird sich überzeugen, dass häufig ein einfacher Versuch dort eine klare und genügende Antwort und Auskunft zu geben vermag, wo man vergeblich gesucht und das Material in Bezug auf gewisse Fragen sorgfältig durchforscht hat. So war die höchst wichtige Frage, ob K_2O dem CaO

[1]) Synthèse des min. Paris 1882, pag. 155.

[2]) Rosenbusch, N. J. 1882, II, pag. 1 ff.

Digitized by Google

gegenüber in Silicatverbindungen stärker sei als Na_2O, oder umgekehrt, nur experimentell zu entscheiden. Nach der Entscheidung durch das Experiment wurde dann auch eine Reihe bekannter Thatsachen verständlich und gewann eine ganz andere Bedeutung.

Nachdem ich diese allgemeinen Betrachtungen vorausgeschickt und so meinen Standpunkt gekennzeichnet habe, will ich zu der speciellen Darstellung meiner Untersuchungen über die Gesteinsbasis und der Resultate, die sie ergeben haben, übergehen, indem ich einiges auf diesem Gebiete bereits Geleistete vorausschicke.

I.

„Glas ist keine chemische Verbindung von bestimmter Form, sondern eine nichtkrystallisirende, amorphe Legirung von kieselsauren Verbindungen; eine solche Legirung kann sich aber nur beim Vorhandensein gewisser Grenzverhältnisse der Oxyde untereinander bilden.“ Dies ist die zutreffendste von den bis heute vorhandenen Definitionen für Glas. Sie stammt von Mendelejeff.[1]) Pelouze[2]) betrachtet das künstliche Glas als einfaches Gemenge bestimmter Verbindungen. Diese Betrachtungsweise ist aber eine so unbestimmte und vage, dass sie kaum als Definition gelten kann. Das Richtige hat entschieden ebenfalls Schott[3]) getroffen, wenn er die Gläser als übersättigte Lösungen, analog den Salzlösungen, betrachtet. Die Richtigkeit dieser Anschauung erhellt schon daraus, dass es kein Glas geben dürfte, welches durch anhaltendes Erhitzen nicht zur Ausscheidung krystalliner Verbindungen veranlasst werden könnte. Die verschiedenen Gesteinsmagmen unterliegen aber derselben Betrachtungsweise. Das geschmolzene Gesteinsmagma ist also nichts weiter als eine übersättigte Lösung verschiedener Silicate, die eines geringen Anstosses bedürfen, um je nach dem Sättigungsgrade mit der einen oder der anderen Verbindung, als Gemengtheile auszukrystallisiren. Die Analogie mit Salzlösungen ist eine vollständige, wie dieses Bunsen[4]) in der ihm eigenen kurzen und klaren Weise

---

[1]) Mendelejeff, Grundlagen der Chemie. Bd. II, pag. 973 (in russischer Sprache).

[2]) Compt. rend. 64, pag. 53.

[3]) Pogg. Ann. 154, 422.

[4]) Zeitschr. d. d. g. G. 1862, 13, pag. 62.

Digitized by Google

dargethan hat. Die für wässerige Salzlösungen gefundenen Gesetze lassen sich daher auf das geschmolzene Gesteinsmagma anwenden.

Analysen der chemischen Zusammensetzung des amorphen Residuum und krystalliner Ausscheidungen liegen an künstlichen Schmelzproducten, Gläsern, recht viele vor. Gesteine sind in dieser Beziehung fast gar nicht untersucht worden, wohl hauptsächlich deshalb, weil es bis vor Kurzem unmöglich war, das Glas zu isoliren. Von den vorhandenen wenigen Analysen lassen nur wenige keinen Zweifel darüber obwalten, dass sie an ein und demselben Handsttück vollzogen sind; an verschiedenen, räumlich getrennten Stücken ausgeführte Analysen der Basis und des Gesteines oder der übrigen Gemengtheile, sind für das Studium der einschlägigen Fragen ganz werthlos. Was nun zunächst die Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der Ausscheidungen und der amorphen Grundmasse in den künstlichen Gläsern betrifft, so sind darüber zahlreiche Beobachtungen vorhanden. Seit Réaumur (1728) das künstliche Porzellan aus amorphem Glase darstellte, haben sich mit diesen für die technischen Kreise so wichtigen Fragen der Entglasung viele Forscher beschäftigt. So findet man analytische Belege besonders in den Arbeiten von Pelouze[1]), Dumas[2]), Splitgerber[3]), Terreil[4]) und hauptsächlich bei Benrath[5]); die künstlichen Schlacken sind ebenfalls Gegenstand häufiger Untersuchungen gewesen, zuletzt hat sie in chemischer Beziehung Vogt[6]) sehr gründlich und eingehend in seiner vortrefflichen Arbeit behandelt. Das classische Land der synthetischen Experimente auf diesem Gebiet und der künstlichen Darstellung der Minerale ist seit jeher Frankreich gewesen und in neuester Zeit verdankt die Wissenschaft Michel Lévy und Fouqué[7]) entscheidende Versuche über künstliche Mineralausscheidungen aus dem Magma.

Vergleichende Analysen der Basis und des dieselben einschliessenden Gesteins sind nur sehr wenige bekannt geworden. Ch. Sainte-

---

[1]) Compt. rend. 1855, 40; 1866, 64, pag. 53.
[2]) Chimie appliquée aux arts, art. „Verre".
[3]) Erdmann's Journ. 1849, 48.
[4]) Compt. rend. 1857, 47.
[5]) Beiträge zur Chemie des Glases. Dorpat 1871.
[6]) Studier over slagger. Svensk. Vet. Akad. Handl. Bd. IX, N. 1, Bihang.
[7]) Synthèse des min. et des roches. 1882.

Digitized by Google

Claire Deville[1]) untersuchte amorphe Körner (Basis?) aus Dolerit von Guadeloupe; G. vom Rath[2]) theilt eine Analyse der Basis (lichtgraue Körner eines Trichite enthaltenden Glases) des Trachyts vom Monte Amiata in Toscana mit. Ausser diesen Analysen sind mir nur noch die Analysen von Hague und Iddings[3]) bekannt geworden. Schliesslich wurden von Siemiradzki[4]) in meinem Laboratorium eine Reihe von Analysen an Andesgesteinen ausgeführt, die ausser der Gesammtgrundmasse auch die Glasbasis berücksichtigen. Ebenso spärlich sind Analysen der sphärolithischen Ausscheidungen zum Vergleiche mit dem sie beherbergenden Gestein gemacht worden. Folgende will ich hervorheben: Perlstein von Hlinik, analysirt von Erdmann[5]); Perlstein von San Antiocco, analysirt von Delesse[6]); Perlit von Tokaj von Bernath[7]); Perlit von Hlinik von Lemberg.[8]) Alle diese Analysen gestatten, wie Roth[9]) mit Recht hervorhebt, keinen endgiltigen Schluss. — Wie man sieht, ist die Ausbeute für die Beurtheilung der chemischen Zusammensetzung der Glasbasis und der sie beherbergenden Gesteine, die man der Literatur abgewinnen kann, eine recht ärmliche. Diejenigen Analysen, welche sich auf Vergleiche räumlich getrennter, obgleich ein geologisches Ganzes bildender Gesteine beziehen, wie z. B. des obsidianähnlichen Porphyrs von Monte Sieva[10]) und seiner Grundmasse, sowie älterer notorisch veränderter Gesteine, wurden hier aus bereits dargelegten Gründen ausgeschlossen. Mit einigen Ausnahmen sind die hier untersuchten Gesteine bekannte und verbreitete. Ich beginne mit den sauersten Gliedern, und zwar mit an Ausscheidungen armen Gebirgsarten, also Gläsern, die recenter vulcanischer Thätigkeit ihren Ursprung verdanken.

Es ist bekannt, dass unter allen Gesteinen die natürlichen sauren Gläser zur Sphärolithbildung am meisten neigen und unter diesen

[1]) Bull. géol. 1851, (2) 8, pag. 427.

[2]) N. J. 1872, 618.

[3]) Notes of the volcanic rocks of the Great bassin. Americ. Journ. 1884, 27, Nr. 162.

[4]) Geologische Reisenotizen aus Ecuador. N. J., Beilage. 1885, Bd. IV, 195.

[5]) Journ. f. techn. Ch. 1832, 15, 38. Alkalien nicht getrennt.

[6]) Bull. géol. 1854, (2) 11, 109.

[7]) Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1866, 16, 90.

[8]) Z. d. d. g. G. 1883, 35, pag. 569.

[9]) Allg. und chem. Geologie. Bd. II, pag. 220.

[10]) G. vom Rath, Z. d. d. g. G. 1864, 16, 517.

Digitized by Google

die sogenannten „übersauren“ besonders gern Sphärolithe beherbergen. Diese letzteren sind als Anfänge der Krystallisation zu betrachten, die in einem gegebenen Augenblick zum Stillstande kam, sei es, weil das Gestein erstarrte, sei es, weil das Magma überhaupt keine Tendenz besass, die gelösten Silicate auszuscheiden. Dem entsprechend wollen wir zuerst unsere Aufmerksamkeit den sphärolithführenden sauern Gläsern und glasigen Repräsentanten widmen.

I. Gesteine mit hohem SiO_2-Gehalt.

1. Sphärolithführender Obsidian von Lipari (Email von Hoffmann), Monte Campo bianco.[1]) Glas.

2. Sphärolithe aus demselben.

3. Sphärolithführender Obsidian von Teneriffa[2]). Glas.

4. Sphärolithe aus 3. Aeusserer Theil.

5. Innerer Theil derselben.

	1 (Glas)	2 (Sphärol.)	3 (Glas)	4 (Sphärol. Rinde)	5 (Sphärol. Kern)
SiO_2 . .	72·35	73·21	73·05	74·52	73·42
Al_2O_3 . .	13·97	12·90	14·67	12·97	14·29
Fe_2O_3 . .	1·29	2·10	0·89	2·02	1·01
CaO . .	0·72	0·88	0·97	0·92	1·00
MgO . .	0·46	0·27	0·26	0·25	0·43
K_2O . .	5·38	4·75	5·11	4·53	3·19
Na_2O . .	3·58	4·83	3·99	4·26	5·61
Glühverl.	1·37	1·04	0·91	0·83	0·84
	99·12	99·98	99·85	100·30	99·79
Spec. Gew. bei 21·5° C.	2·1328	2·1121	2·2105	2·0891	2·5232

Email von Lipari ist ein grauer und schwarz gestreifter Obsidian, fettglänzend mit muscheligem Bruch. Aeusserlich betrachtet, wechseln dünne Lagen einer hellgrauen Substanz, die durch zusammenfliessende, winzige, ebenso gefärbte, rundliche Flecken hervorgebracht werden, mit solchen aus dunklerer, mehr homogen erscheinender ab. Das Ganze hat in der That eine Aehnlichkeit mit künstlichem Email. Unter dem Mikroskop erscheint der Obsidian aus

[1]) Dieses Gestein verdanke ich dem Herrn Prof. J. Roth in Berlin, der mir freundlichst gestattete, dasselbe auszuwählen.

[2]) Denselben überliess mir freundlichst Herr Prof. F. Zirkel in Leipzig.

Digitized by Google

einem ganz isotropen, ungefärbten, vorwaltenden Glase bestehend, in welchem sich kleine, mehr oder weniger regelmässig begrenzte, im durchfallenden Licht schmutzigbräunliche, scheinbar homogene Sphärolithe zu Streifen häufen. Die Grenze gegen das Glas setzt nicht ganz scharf ab.

Die Structur dieser Ausscheidungen ist sehr fein radialfaserig. Die Fasern sind nicht ganz gleich lang, wodurch die Durchschnitte feinzackig begrenzt erscheinen. Die Oberfläche der Kügelchen muss daher kurz- und feinstachelig sein. Der Kern ist oft tiefer gefärbt, hin und wieder mit einem opaken Körnchen von Magneteisen; selten besteht er aus einem Partikel einer Substanz, die aus farbloser, schwach polarisirender und staubiger, opaker gemischt erscheint. Zwischen gekreuzten Nicols besitzen die Sphärolithe ein prachtvoll-regelmässiges Interferenzkreuz. Die durchschnittliche Grösse der Kügelchen ist 0·3 Millimeter. Bei starker Vergrösserung [1]) gewahrt man, dass die einzelnen Fasern aus Globuliten bestehen, die sich zu Schnüren anordnen. Es sind also diese Gebilde Globosphärite in dem Sinne, wie diese Bezeichnung von Vogelsang zuerst gebraucht und später von Rosenbusch [2]) adoptirt wurde. Sowohl die Glasbasis, als auch die in ihr steckenden Globosphärite werden von vereinzelten winzigen Beloniten und Magneteisenkörnchen durchspickt, und zwar auch innerhalb der kugeligen Gebilde ohne jegliche Beziehung zu der Begrenzung letzterer. Von sonstigen Ausscheidungen ist in den Dünnschliffen nichts wahrzunehmen. Die Ausscheidungsfolge ist: Belonite und Magneteisen, dann die Globosphärite, diese schieden im Innern nicht immer eine schwach polarisirende, nicht näher zu bestimmende Substanz ab, wobei sich auch Magnetit bildete. Vergleicht man die Analyse 1 und 2, so findet man in den Globosphäriten eine geringe Zunahme von SiO_2, CaO und Fe_2O_3, eine Abnahme von MgO. Die auffallendste Verschiebung ist aber in dem gegenseitigen Verhältnis von K_2O und Na_2O eingetreten. Während im Glase $K_2O : Na_2O$ gleich 1 : 1 ist, ist das Verhältnis in den Globosphäriten 1 : 1·5 oder 2 : 3. Das specifische Gewicht der Globosphärite ist geringer als das des Glases.

Zur besseren Uebersicht und zu etwaigen späteren Vergleichen führe ich hier die Berechnung der Molecularverhältnisse an. Die

[1]) Obj. N. 7, Hartnack.

[2]) Mikrosk. Physiogr. Bd. II, pag. 82 (1877).

Digitized by Google

Zahlen bedeuten: Procentgehalt der Analyse durch das Molecular-gewicht dividirt.

	1a	2a	Verhältnis von $K_2O : Na_2O$
SiO_2	1·205	1·220	in 1. 1 : 1
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0·136	0·147	in 2. 1 : 1·5.
CaO	0·012	0·015	
K_2O	0·057	0·050	
Na_2O	0·057	0·077	

Der sphärolithführende Obsidian von Teneriffa Nr. 3 ist im Handstück grauschwarz, in dünnen Stücken durchsichtig, von einzelnen bis 3 Millimeter grossen, grauweissen Kügelchen erfüllt, die auch zu Gruppen zusammentreten. Die Sphärolithe haben einen inneren dunkleren, zum Theil porösen Kern (5) und eine hellere Rinde (4). Die Vertheilung ist eine unregelmässige. Mikroskopisch ist das Glas farblos, isotrop, ganz homogen; darin liegen (bei starker Vergrösserung sichtbar) ganz vereinzelte Augitmikrolithe, Magneteisenkörnchen, kurze Trichite und Dampfporen; alles recht spärlich. Die Sphärolithe zeigen bei centrischem Schnitt einen Kern aus farblosen, radialstrahligen Fasern, zwischen diesen eine anscheinend farblose, glasige Basis in ganz dünnen Häutchen, spärliche Belonite, opake Körner und in Hohlräumen Tridymit, als Wandauskleidung der letzteren. Gegen den Rand dieser centralen Kerne der Sphärolithe, der bei schwacher Vergrösserung scharf gegen die Rinde absetzt, verflössen sich die Fasern in Schnüre von Globuliten oder in ganze Wolken von solchen, die ihrerseits in Globosphärite zerfallen. Zwischen Kern und Rinde der Sphärolithe ist ein schmaler Streifen farbloser, scheinbar structurloser, aber fleckig polarisirender Substanz eingeschaltet. Die Polarisation ist als Spannungserscheinung zu betrachten. Die Rinde ist genau ebenso wie die Globosphärite in Obsidian 1 struirt. Es sind diese Ausscheidungen Combinationen von Felsosphäriten (?) als Kern mit Globosphäriten[1]) als Rinde. Die Einschlüsse im Glase und die sphärischen Gebilde, sowie die Dampfporen treten auch in der Rinde auf, im Kern fehlen sie, wären hier auch wegen der Grobstrahligkeit der Structur nicht zu unterscheiden. Die Ausscheidungsfolge ist: zuerst die Mikrolithe der Hauptglasbasis oder glasigen Grundmasse, dann genau dieselben, nur grössere Globosphärite, wie in Obsidian 1 von Lipari; zuletzt schieden sich im

[1]) Rosenbusch, Mass. Gest. 1877, 82 und 173; auch G. vom Rath Z. d. d. g. G. 1875, 27.

Digitized by Google

Innern dieser letzteren die Felsosphärite aus. Die chemische Zusammensetzung des Glases (3) und der Rinde (4) hat auffallende Aehnlichkeit mit derjenigen der Globosphärite (2) und des Glases (1) im Obsidian von Lipari. Analysen 3, 4 und 5, untereinander verglichen, zeigen eine stetige Verschiebung des Verhältnisses von K_2O und Na_2O zu Gunsten des Na_2O. Die Molecularverhältnisse sind:

	5a	4a	3a
SiO_2			1·217
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0·140	0·127	0·143
CaO	0·017	0·016	0·017
K_2O	0·033	0·048	0·054
Na_2O	0·090	0·068	0·064
Verhältnis $K_2O : Na_2O$	1 : 3	1 : 2	1 : 1 (annähernd)[1]

Die Sphärolithe sind sauerer als das Glas, wie im Obsidian von Lipari, in der globosphärischen Rinde hat sich ebenso wie dort Eisen angereichert; das K_2O concentrirt sich im Glase.

6. Sphärolithführender Obsidian von Cerro del Quinche, Quito (mitgebracht von A. v. Humboldt).[2]) Glas.

7. Sphärolithe aus 6.

8. Sphärolithfels von Hlinik. Gestein.

9. Glasgrundmasse aus 8.

10. Sphärolithe aus 8.

11. Sphärolithfels von El Tablon de Itulgache, Ecuador (v. Reiss)[3]), als oberer Theil des Obsidianbimsteins.[4]) Glas.

12. Sphärolithe aus 11.

13. Feldspath aus den Sphärolithen 12.

14. Sphärolithführender Liparitperlit von Hlinik. Gestein.

15. Glasgrundmasse des Pechsteins 14.

16. Sphärolithe aus 14, sehr spärlich Globosphärite und Felsosphärite.

---

[1]) Genau: 1 : 2·7 (5); 1 : 1·8 (4); 1 : 1·2 (3).

[2]) Von Herrn Prof. J. Roth erhalten.

[3]) Die Probe verdanke ich der Güte des Herrn Prof. K. v. Fritsch in Halle.

[4]) Es ist vielleicht der bereits von Rammelsberg analysirte Bimstein. Roth, Monatsber. d. Berl. Akad. 1874, 283 u. Rosenbusch, Mass. Gest., 2877, pag. 168.

Digitized by Google

	6 (Glas)	7 (Sphärol.)	8 (Gestein)	9 (Glas)	10 (Sphärol.)	11 (Glas)	12 (Sphärol.)	13 (Feldspath)
SiO_2	72·70	74·36	72·79	70·69	73·72	74·59	76·48	62·14
Al_2O_3	13·79	14·46	13·77	17·74	12·91	12·88	12·06	22·30
Fe_2O_3	1·01	1·62	1·69	2·90	1·37	0·80	0·95	Spur
CaO	2·07	1·49	1·24	1·02	1·37	0·76	0·64	3·29
MgO	0·65	0·44	0·28	Spur	0·25	0·30	0·39	Spur
K_2O	4·33	1·49	4·38	4·24	4·45	5·35	3·78	1·69
Na_2O	4·93	6·11	3·39	1·90	4·02	3·30	4·89	10·58
Glühverl.	1·10	0·57	2·41	3·66	1·36	1·03	0·77	0·20
	100·48	100·54	99·95	99·25	99·45	99·01	99·96	100·20
Sp. G.	2·3590	2·4080	2·4157	2·3703	2·4355	2·3235	2·4005	2·647

	14 (Gestein)	15 (Glas)	16 (Sphärol.)	2 Analysen v. Lemberg[1]) (Glas)	(Sphärol.)
SiO_2	71·39	72·52	74·50	73·01	75·42
Al_2O_3 }	15·57	13·53	15·13	12·75	13·50
Fe_2O_3 }				1·49	1·22
CaO	1·29	0·89	1·40	1·04	1·12
MgO	0·51	0·17	0·40	0·10	0·20
K_2O	5·43	5·52	1·77	5·71	2·20
Na_2O	2·28	2·08	5·24	2·32	5·06
Glühverl.	3·95	4·45	1·40	3·58	1·29
	100·42	99·16	99·84	100	100
Spec. Gew.	2·394	2·232	2·281	—	—

Gestein 6 ist ein schöner, grauschwarzer, kantendurchscheinender Obsidian, der bis 1 Centimeter grosse graue Sphärolithe von radialfaserigem Gefüge enthält. Im Dünnschliff erscheint er streifig durch Schwärme von winzigen Beloniten und wenige opake Körnchen, sonst ist das Glas rein und vollkommen isotrop. Die grossen Sphärolithe, im durchfallenden Lichte bräunlich, greifen lappig in das Glas hinein. Sie sind fein radialfaserig; eine gröbere Faserung wird durch feine Sprünge bedingt. Die Fasern bestehen aus Globuliten. Sie umschliessen opake Körner, wahrscheinlich Magnetit und Belonite. Im Innern ist manchmal ein Quarzkorn oder Plagioklaskrystall, um den sich die Fasern anordnen. Plagioklasmikrolithe und vereinzelte, nur theilweise scharf umgrenzte Quarzkörner sind auch im Glase des Obsidians vorhanden. Die Sphärolithgebilde zeigen eine verschwommene, schwache, bei der Drehung

[1]) Sphärolithfels von Hlinik. Zeitschr. d. d. g. G. 1883, 35, 569, cf. meine Analysen 9 u. 10.

Digitized by Google

des Tisches wandernde Polarisation (keine Aggregatpolarisation). Das Interferenzkreuz lässt sich wegen der Grösse der Kugeln nicht gut wahrnehmen. Wahrscheinliche Ausscheidungsfolge: Opake Körnchen und Belonite, Feldspath, Quarz, Sphärolithe.

Gestein 8 ist eine von den vielen Varietäten des Hliniker Sphärolithfels (gewöhnlich als Perlit bezeichnet), mit grossen bis über 5 Millimeter messenden Kugeln. Das untersuchte Handstück enthält mehr Kugeln wie Glasbasis, räumlich ungefähr im Verhältnis 2 : 1, was auch mit den Analysen 8, 9 und 10 stimmt, wenn man 8 aus 9 und 10 zu berechnen versucht. Mikroskopisch: Das im Handstück blaugraue, porzellanartige Glas ist farblos, voller Belonite, Nadeln, opaken Körnchen in Strängen und filzartig angeordnet; die makroskopisch erbsengelben Kugeln scheinen radialfaserige Felsosphärite zu sein; Polarisation ziemlich energisch, fleckig und strahlig, kleine Kugeln mit Interferenzkreuz. Die Glasbasis perlitisch, die Sprünge setzen sich aber nicht in die Sphärolithe fort. Diese sind meist unregelmässig, lappig begrenzt; Globulite in deren Substanz stark vertreten. Von den Kügelchen werden, nicht immer central, Plagioklas, Sanidin (?), Apatit und brauner Magnesiaglimmer umschlossen. Diese Mineralausscheidungen sind aber sehr spärlich vertreten. Ausscheidungsfolge: Apatit, opake Körnchen, Glimmer, Feldspath, Entglasungsproducte der Grundmasse, Sphärolithe.

Sphärolithfels von Gnamani (11). Das Gestein besteht fast ausschliesslich aus röthlichgrauen Kugeln von circa 5 Millimeter Durchmesser. Zwischen diesen als Kitt spärlich Obsidianglas von dunkelgrauer Farbe. Die Obsidianbasis lässt sich leicht in Stückchen von den Sphärolithen trennen. Unter dem Mikroskop ist das Glas farblos, darin spärlich wurmförmig gewundene Krystallite, Belonite mit seitlich anhaftendem Körnchen, einzelne Trichite, Dampfporen, Apatitnadeln. Die Kügelchen, im durchfallenden Lichte durch ebensolche Krystallite rothbraun, sind schöne, fein radialstrahlige, globulitenführende Felsosphärite mit schwachem Interferenzkreuz. Die Färbung wird in concentrischen Bändern heller und dunkler, so dass die Sphärolithe einen scheinbar schaligen Bau haben. Die Abgrenzung gegen das Glas ist scharf und entspricht der sphärischen Oberfläche, ohne lappige Fortsätze. Diese Sphärolithe umschliessen regelmässige, bis 2 Millimeter grosse, glasige Plagioklase mit prachtvoller Zwillingsstreifung und Einschlüssen von Glas, Beloniten und opaken

Digitized by Google

Körnchen. Die Auslöschungsschiefe ist auf $P + 3^{\circ} 30'$, auf $M + 7^{\circ} 15'$. Sie scheinen darnach und nach der chemischen Zusammensetzung (Anal. 13) zu der von Rosenbusch[1]) mit vollem Recht aufgestellten Gruppe der Anorthoklase zu gehören. Damit stimmt auch das specifische Gewicht 2·647. Einige sind ungestreift und alle haben rechtwinklige Spaltbarkeit. Ungeriefte gehen aber in geriefte über. Magneteisen in grösseren Krystallkörnern ist hin und wieder in den Kugeln vorhanden. Sonst zeigten meine Schliffe keine anderen Bestandtheile. Das Obsidianglas ist nicht perlitisch. Ausscheidungsfolge: Trichite und Belonite im Glase, Magneteisen, Anorthoklas, Sphärolithe.

Liparitperlit von Hlinik (14). Gestein grünlichgrau, fettglänzend, mit schwarzem Glimmer und Feldspath, wenig kleine Sphärolithe. Das Glas unter dem Mikroskop farblos mit Trichiten und trichitähnlichen Krystalliten erfüllt, auch kleine opake Körnchen und Belonite. Schöne perlitische Absonderung; dunkelbrauner Glimmer in kurzen, dicken Lamellen, auch in einzelnen Flittern, sparsam; reichlich Feldspath; dieser scheint ebenfalls zum Anorthoklas zu gehören (siehe oben). Auslöschung $+ 3^{\circ}$ *(P)* und $+ 7^{\circ}$ *(M)*; die Durchschnitte sind nach *c* stark lamellenartig ausgezogen, mit feinster Zwillingsstreifung, andere ohne eine solche. $\angle P : M$ ist gleich $1^{\circ} 15'$. Manche Schnitte löschen fast gerade aus, sind aber keine Sanidine. Anfangs hielt ich einige von den Durchschnitten für solche von Sanidin, bei näherer Untersuchung erwiesen sie sich aber als ganz entschieden triklin. Bei starker Vergrösserung konnte man auch Zwillingslamellen unterscheiden, die ich bei schwacher Vergrösserung für feine Risse hielt, die dazu aber zu geradlinig waren. Viele haben schöne Lamellen, wie die feingerieften Plagioklase überhaupt. Die Polarisationsfarben sind lebhafter, wie gewöhnlich bei den Plagioklasen und Sanidinen. Isomorphe Umwachsung ist sehr verbreitet, wobei die inneren Theile auf *M* eine grössere Auslöschungsschiefe haben als die äusseren, was auf höheren Albitgehalt, wie Rosenbusch[2]) annimmt, hinzudeuten scheint. Dieses stimmt mit den Resultaten aller meiner Analysen überein, welche beweisen, dass die Natronsilicate eine grössere Tendenz zum Herausfallen in krystalliner Form aus

[1]) Mikroskop. Physiogr. d. Min. u. Gest. 1885, Bd. I, 2. Auflage, pag. 549.
[2]) l. c. pag. 550.

Digitized by Google

Schmelzflüssen besitzen als die entsprechenden isomorphen Kaliverbindungen. Eine Analyse des Feldspaths habe ich nicht gemacht, sie soll aber bei anderer Gelegenheit mitgetheilt werden. Die Sphärolithgebilde sind klein, spärlich und sind Felsosphärite, die kleineren Globosphärite. Der Bau ist fein radialfaserig. Ausscheidungsfolge: Glimmer, Feldspath, Sphärolithe.

Der Vergleich der chemischen Zusammensetzung des Glases und der Sphärolithe in sämmtlichen eben angeführten Gesteinen zeigt stets eine Verschiebung des Verhältnisses $K_2O : Na_2O$ zu Gunsten des Na_2O in den Sphärolithen.

Molecularverhältnis des $K_2O : Na_2O$ und der SiO_2 ist:

In der Glasbasis:

	6a	9a	11a	15a
SiO_2 . . .	1·211	1·178	1·243	1·286
K_2O	0·046	0·045	0·056	0·058
Na_2O . . .	0·079	0·030	0·053	0·033

In den Sphärolithen:

	7a	10a	12a	16a
SiO_2 . . .	1·239	1·228	1·274	1·241
K_2O	0·015	0·047	0·040	0·018
Na_2O . . .	0·098	0·064	0·078	0·084

Das Verhältnis von $K_2O : Na_2O$ ist (K_2O als 1 angenommen) in:

	Na_2O		Na_2O		Na_2O		Na_2O
6a . .	1·7	9a . .	0·6	11a . .	1·0	15a . .	0·6
7a . .	6·5	10a . .	1·3	12a . .	2·0	16a . .	4·7

Ueberall ist eine Zunahme von Na_2O in den Ausscheidungen und eine Abnahme von K_2O im Residuum, im ersten Falle dem K_2O, im zweiten dem Na_2O gegenüber zu constatiren. Sämmtliche Sphärolithausscheidungen sind sauerer als das Glas, aus welchem sie auskrystallisirten oder richtiger, sich zusammenzogen. Die Menge des CaO nimmt in den Sphärolithen nicht immer zu. Die Analysen 11, 12 und 13 sind besonders lehrreich. Der vor den Sphärolithen ausgeschiedene Anorthoklas ist die natronreichste Verbindung, trotzdem im Magma ursprünglich verhältnismässig viel K_2O vorhanden war; in den Sphärolithen ist schon mehr K_2O, im Glase sind die Quantitäten der beiden Alkalien gleich. Zugleich sind die specifischen Gewichte der Ausscheidungen, trotz

Digitized by Google

des höheren Kieselsäuregehaltes, höhere als die des Glases. Dasselbe ersieht man aus den angeführten Analysen Lemberg's, sowie aus den schon citirten von Delesse und Bernath. Dabei hat die absolute Quantität der Ausscheidungen gegenüber der Quantität der Glasbasis keinen Einfluss auf das Bestehen dieser Gesetzmässigkeit im Verhältnis der Alkalien. So überwiegen im Sphärolithfels von Hlinik (8) und von El Tablon (11) die Sphärolithe, in den übrigen Gesteinen die Glasbasis.

17. Liparit von Apate, Schemnitz, (Rhyolith). Gestein.

18. Sphärolithische Basis aus 17.

19. Liparit von Schemnitz. Gestein.

20. Sphärolithische Basis aus 19.

21. Mesodacit nördlich von Kamary an der Chaussée, 15 Kilometer von Sevastopol, Krym. Gestein.

22. Sphärolithische Basis aus 21.

23. Feldspath aus dem Gestein 21.

	17 (Gestein)	18 (Sphärol.)	19 (Gestein)	20 (Sphärol.)	21 (Gestein)	22 (Sphärol.)	23 (Feldsp.)
$Si\,O_2$ . .	72·48	77·53	75·82	72·69	74·57	76·05	66·52
$Al_2\,O_3$ . .	12 68	11·52	13·67	15·04	12·58	10·24	19·42
$Fe_2\,O_3$ . .	2·31	0·80			2·77	3·19	1·04
$Ca\,O$ . .	2·39	0·93	0·58	0·25	0·35	0·23	0·56
$Mg\,O$ . .	0·73	0·15	0·05	Spur	0·30	0·38	0·19
$K_2\,O$ . .	4·35	4·33	6·59	8·85	3·70	4·10	1·11
$Na_2\,O$ . .	3·30	2·94	1·69	1·75	3·98	3·96	9·83
Glühverl.	1·31	1·41	1·07	0·94	1·04	1·23	0·81
	99·55	99·61	99·47	99·52	99·29	99·38	99·48
Spec. Gew.	2·4583	2·4071	2·4510		2·6040	2·6123	2·5960

Liparit von Apate (17) ist ein gelbröthliches, compactes Gestein von felsitischem Aussehen, makroporphyrisch durch Feldspath- und Quarzausscheidungen Unter dem Mikroskope besteht die ganze Grundmasse (18) aus Sphärolithen mit strahligem Gefüge (Felsosphärite), deren innerer Theil durch Anhäufung von Globuliten und braunen Krystalliten dunkler bräunlich gefärbt ist, doch finden sich diese Anhäufungen bei weitem nicht in allen Sphärolithen. Porphyrisch sind ausgeschieden ein zum Theil anscheinend monokliner Feldspath, der sich aber bei genauerer optischer Prüfung wie ein trikliner verhält (andere Schnitte haben deutliche und vielfache

Digitized by Google

Zwillingslamellirung nach dem Albit- und Periklingesetz); vielleicht ein Anorthoklas. Isomorphe Umwachsung ist häufig, wobei die inneren Theile stets eine grössere Auslöschungsschiefe zeigen als die äusseren (auf *M* innen + 10°, aussen + 1° 30′). Dieses würde auf eine Abnahme des Na_2O-Gehaltes von innen nach aussen hinweisen. Das *Ca O* spielt offenbar beim Aufbau des Feldspaths eine sehr untergeordnete Rolle, wie dieses aus dem Vergleich der Bauschanalyse (2·39 Procent *Ca O*) und der grossen Menge makroporphyrischer Feldspathe des Gesteins erhellt. Die gut umgrenzten Krystalle führen Einschlüsse der Basis, ebenso sphärolithisch entglast, wie die sie umgebende. Doch lässt es sich nicht entscheiden, ob diese Einschlüsse nicht nur Einbuchtungen der Grundmasse sind. Auch Apatit und Gasporen treten in den Plagioklasen hin und wieder auf. Quarz ist in abgerundeten Krystallen nicht allzu reichlich vorhanden und beherbergt sphärolithische Glasbasis in Form von Einschnürungen und Einbuchtungen, auch kleine Glasdihexaëder mit Luftbläschen. Die Krystalloide kommen den Feldspathindividuen wohl an Grösse, aber nicht an Zahl gleich. Glimmer, dunkel rothbraun, in hexagonalen Blättchen und dicken Lamellen spärlicher vertreten. Ausscheidungsfolge: Apatit und Magnetitkörnchen, Glimmer Plagioklas und Quarz (welcher zuerst sich ausschied, ist nicht zu erweisen, wahrscheinlich letzterer), Sphärolithe der Basis.

Liparit von Schemnitz (ohne nähere Angabe), 19, ist ein „Mühlsteinporphyr“ von röthlich-violetter Farbe, porös und sehr rauh, darin porphyrische Quarzkörner und sehr wenig Feldspath. Die Grundmasse besteht unter dem Mikroskope aus grossen, sehr grobstrahligen Felsosphäriten, wie im vorhergehenden Gestein, mit prachtvollem Interferenzkreuz. Der Feldspath ist durchgängig Sanidin, kein Plagioklas; er ist rissig und ebenso wie der Quarz abgerundet und wie angeschmolzen. Quarz sehr reichlich in runden Körnern, Glasdihexaëder und Grundmasse führend, auch vereinzelte Flüssigkeitseinschlüsse mit träger Libelle. Wenig Glimmer, dunkelbraun, fast opak, in hexagonalen Blättchen. Ausscheidungsfolge: Glimmer, Quarz, vor dem Sanidin, dann Sanidin, Sphärolithe, aus denen die Basis besteht. Quarz ist in diesem Gestein unzweifelhaft vor dem Sanidin auskrystallisirt (Einschlüsse von Quarz in Sanidin und zwischen Sanidinkrystallen eingeklemmte, kleinere Quarzkörner).

Digitized by Google

Das Gestein 21 ist makroskopisch ein schmutzig bräunlichgelber „Orthoklasporphyr". [1]) Die Grundmasse der Felsitporphyre ohne sichtbare Quarzausscheidung; isabellgelber porphyrischer Feldspath in bis zu 3 Millimeter grossen, wohlausgebildeten Krystallen. Im Handstück sehr fest und hart. Da dieses Vorkommnis noch nicht beschrieben ist und in dieser Gegend der Krym Eruptivsteine überhaupt zum ersten Mal von mir gefunden worden sind, so will ich das Auftreten desselben etwas näher schildern.

Zwischen dem jurassischen Höhenzuge, parallel dem Meeresufer, welcher von der Karanskaja Balka [2]) (auch Marmorschlucht genannt) an den Beginn der Gebirgskette der Südküste der Krym bildet und nach N. u. NW. sich abdacht, einem kleinen Kreidehöhenzuge in der Richtung des Flüsschens Tschernoja, welches in die Bucht von Sevastopol sich ergiesst, von W. durch den Steilabfall des tertiären Plateaus der Halbinsel Chersoneses und im O. durch die jurassischen Ausläufer des Gebirges, welches von NW. das grosse, fruchtbare Thal von Baïdar umschliesst, begrenzt, breitet sich ein Thal von circa 8 Kilometer Länge und 5 Kilometer Breite aus. Südlich davon in einem Querspalt des jurassischen Küstenzuges befindet sich die merkwürdige Bucht von Balaclava. In der Mitte dieses Thales zieht von W. nach O. ein kleiner Hügelzug, aus Neocomsandstein bestehend; die Sandsteinschichten fallen unter 20° von NO. nach SW., der südliche Theil des Thales besteht aus zu Tage getretenen Schichten des Liasschiefers, der westliche aus solchen und mitteljurassischen (?) Conglomeraten, sowie weiter aus oberem Jurakalk.

Nördlich und nordöstlich vom Neocomsandstein, unmittelbar unter ihm und die Conglomerate durchbrechend, treten Eruptivgesteine zu Tage, in einer Zone, die circa $2^1/_2$ Kilometer lang und 1 Kilometer breit ist. Es sind verschiedenartige körnige granit-, diorit- und porphyrartige Gesteine, deren Eruptionszeit in die Neocomperiode fällt, mit dem eigenthümlichen Habitus der mesozoischen Eruptivgesteine, analog denen, die ich bereits früher beschrieb. [3])

[1]) Dem Orthoklasporphyr von Katzenellenbogen im Handstück ähnlich.

[2]) Man vermuthet, dass auf dem Plateau über dieser Schlucht der Tempel der Iphigenia gestanden hat.

[3]) A. Lagorio, Vergleichend petrographische Studien an massigen Gesteinen der Krym. Dorpat 1880. In dieser Arbeit wurden Gesteine vom Kloster St. Georg beschrieben, die dem hier geschilderten der mineralogischen Zusammensetzung nach und

Digitized by Google

Merkwürdigerweise ist dieses Auftreten von den zahlreichen Geologen, die die Krym besucht haben, wie auch von mir selbst früher in dieser Gegend vollständig übersehen worden, obgleich eine vielbesuchte Chaussée von Sevastopol nach dem Baïdarpasse gerade an der Grenze zwischen Neocom und Eruptivgestein führt. Die Entdeckung von Eruptivgesteinen an diesem Orte ist insofern von Interesse und Bedeutung für die Geologie der Taurischen Halbinsel, als dadurch die Verbindung der isolirt scheinenden Eruptivmassive beim St. Georgskloster am Ufer des Schwarzen Meeres mit dem Zuge zu Tage tretender Eruptivgesteine nördlich und nordwestlich der Hauptgebirgskette, parallel dem Streichen der Neocomschichten, hergestellt wird. An der Chaussée, 15 Kilometer von Sevastopol, tritt das Gestein (21) zu Tage, und zwar mehr an der Peripherie der ganzen Eruptivzone. Es ist nach der von mir in der oben citirten Arbeit vorgeschlagenen Bezeichnung ein Mesodacit. Unter dem Mikroskop besteht die Grundmasse aus sehr regelmässigen Sphärolithen, 0·1 Millimeter im Durchmesser. In gewöhnlichem Licht erscheinen sie radialfaserig, gelb und ziemlich homogen. Doch bemerkt man bei starker Vergrösserung (Obj. 7, Hartn.) nadelförmige Krystalliten, die zu Bündeln zusammentreten und Feldspathmikrolithe aufbauen und nach allen Richtungen durcheinander geworfen sind. Das Innere der Sphärolithe zeigt ein mehr als vierarmiges, nicht mit den Nicolhauptschnitten zusammenfallendes Interferenzkreuz, nach aussen gehen sie in solche mit Aggregatpolarisation über. Ich will sie mit Cohen als granophyrische Büschel[1]), richtiger granophyrische Sphärolithe, bezeichnen. Der äussere Theil besteht aus Feldspath- und Quarzmikrolithen. Die granophyrische Structur hat sich im Gestein noch nicht vollständig ausgebildet, denn das

chemisch ähnlich sind, nur fehlt ihnen die granophyrische Structur (oder sphärolithische). Ich bestimmte den darin enthaltenen Feldspath als Natronorthoklas (pag. 29). Rosenbusch (N. J. 1881, II. Ref., pag. 225) erklärte meine Bestimmung für zweifelhaft und sprach den Feldspath, obgleich er das Beobachtungsmaterial nicht revidiren konnte, als einen Albit an. Meine Bestimmung war ganz richtig, denn es war kein Albit, sondern ein Natronfeldspath mit monoklinem Typus, der damals Natronorthoklas, nach Förstner's Vorschlag, hiess und heute Anorthoklas von Rosenbusch genannt wird. Klein hatte eben mit seiner Behauptung, der Pantellariafeldspath sei Oligoklas, unrecht. Das sp. Gew. des Anorthoklases vom St. Georgskloster ist 2·5830 bei 21·5° C.

[1]) Sammlung von Mikrophotographien von H. Cohen. 1883. Text pag. 20, Noten 3 u. 4. Taf. LXVIII.

Digitized by Google

Innere besteht aus homogenen Fasern. Schliffe aus Handstücken, die in unmittelbarer Nähe, aber etwas weiter von der Peripherie desselben Gesteinskörpers geschlagen wurden, zeigen eine weitere Individualisirung in diesen Gebilden in höchst anschaulicher Weise. Das Innere zieht sich zu einem Plagioklaskrystall zusammen, der anfangs unbestimmt begrenzt erscheint, in einem weiteren Stadium aber kurze Leistenform mit nicht immer scharfer Abgrenzung annimmt. Der äussere Theil der Sphärolithe nimmt allmählig eine granophyrische Structur an, die durch deutliche Verwachsung von Feldspathsubstanz und Quarz hervorgebracht wird und später sogar an einzelnen Stellen in mikropegmatitische überzugehen vermag. Der innere Feldspathkern verflösst sich allmälig in die granophyrischen Höfe; in einem weiteren Stadium der Zerfällung bildet das Ganze ein Aggregat von Plagioklasleisten mit Zwillingsriefung, die bereits in frühem Stadium sich herausbildet, mit einer granophyrisch-mikropegmatitischen Grundmasse und beides zusammen die Grundmasse der porphyrischen Plagioklase und ebensolcher, aber spärlicher Quarze.

Kehren wir zu dem anfangs beschriebenen, sphärolithisch struirten Gestein zurück [1]), so ist zunächst der Zwischenraum zwischen den aneinandergedrängten Sphärolithausscheidungen durch Quarz und einen schmutziggrünen Glimmer in Blättchen erfüllt; Quarz tritt aber auch in grösseren Körnern, wenn auch vereinzelt, manchmal mit regelmässiger Umgrenzung als Kern der Sphärolithe auf. Die makroporphyrischen Feldspathe haben sehr schöne Krystallform, spalten scheinbar ganz rechtwinklig und liefern meist quadratische oder rechteckige Durchschnitte. Ihre Substanz ist durchsichtig und farblos, aber mit einem opaken Staube mehr oder weniger erfüllt. Letzterer erfüllt auch die leistenförmigen Plagioklase der Grundmasse im späteren Stadium. Auslöschung auf $P + 2^{\circ}$, auf $M + 10^{\circ}$. Die Zwillingsriefung ist sehr schön und sehr fein, aber es treten sehr wenige Lamellen in ein und demselben Krystall auf. Die polysynthetischen Individuen treten zu Karlsbader Zwillingen oder solchen nach dem Periklingesetz zusammen, finden sich auch in nicht streng gesetzmässigen Verwachsungen. Magnetit in opaken

[1]) Die Analyse (21) desselben und eine andere, an einer Probe, die bereits die vollständige Herausbildung der Feldspathe der Grundmasse zeigte, angestellte, zeigten eine identische chemische Zusammensetzung.

Digitized by Google

Körnchen ist in der Grundmasse verbreitet. Ausscheidungsfolge: Apatit, Glimmer, porphyrischer Plagioklas, Quarz, Sphärolithe und Quarz der Zwischenräume, beide zugleich. Bei weiterer Individualisirung noch Plagioklas und Quarz mit Plagioklas in granophyrischer Verwachsung; alles zugleich. Es ist also ein echtes porphyrisches Gestein im Sinne Rosenbusch's[1]) mit zwei Generationen von Plagioklas und ebensovielen von Quarz, zuletzt ohne hyaline Basis. Die porphyrischen Plagioklase scheinen auch hier wieder Anorthoklase zu sein.

Die Analysen beweisen, dass die zuerst ausgeschiedenen Gemengtheile den Sphärolithen gegenüber, also hier in allen Fällen der Basis oder Grundmasse, mehr Na_2O im Verhältnis zu K_2O enthalten. Das Gestein (19) scheint eine Ausnahme zu bilden, weil sich vor den Sphärolithen der Grundmasse Sanidin abschied, aber die Betrachtung der Analysen 19 und 20 beweist, dass der Sanidin ein Na_2O-reicher sein muss, sonst könnte im Gesammtgestein nicht das Verhältnis $K_2O : Na_2O = 1 : 0{\cdot}4$ sein, während es in der sphärolithischen Basis $1 : 0{\cdot}3$ ist, und zwar muss der Sanidin mehr Na_2O enthalten wie die Grundmasse. Die Bauschanalyse (19) desselben Gesteins weist auch einen höheren Gehalt von SiO_2 auf, als die Analyse der Grundmasse (20); derselbe erklärt sich aus dem im grosser Menge ausgeschiedenen Quarz. In Analyse (18) überwiegt wieder der SiO_2-Gehalt der Sphärolithbasis stark über denjenigen der Bauschanalyse (17), weil Quarz in geringer Menge zur Ausscheidung kam. Man ersieht aus den Analysen, dass der „sauerste" Gemengtheil, hier der Quarz, durchaus nicht immer zuletzt gebildet wurde, und der Liparit von Schemnitz (19) ist besonders lehrreich. Zum bequemeren Vergleich sind hier die Molecularverhältnisse von SiO_2, $Al_2O_3 + Fe_2O_3$, CaO, Na_2O, K_2O zusammengestellt.

	17a (Gestein)	18a (Sphärol.)	19a (Gestein)	20a (Sphärol.)	21a (Gestein)	22a (Sphärol.)	23a (Feldsp.)
SiO_2	1·208	1·292	1·263	1·211	1·242	1·267	1·108
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0·146	0·120	0·134	0·147	0·150	0·131	0·200
CaO	0·042	0·016	0·010	0·004	0·006	0·004	0·01[illegible]
K_2O	0·046	0·046	0·070	0·094	0·039	0·043	0·011
Na_2O	0·053	0·048	0·027	0·028	0·064	0·063	0·158
$K_2O : Na_2O$	1 : 1·15	1 : 1	1 : 0·4	1 : 0·3	1 : 1·6	1 : 1·46	1 : 14.[2])

[1]) N. J. für. Miner. 1882, Bd. II.

[2]) $CaO : Na_2O = 1 : 15{\cdot}8$.

Digitized by Google

Diesen Sphärolithgesteinen reihen sich unmittelbar zwei an, die ebenfalls durch hohen SiO_2-Gehalt, Alkalireichthum und geringe Mengen von CaO und MgO charakterisirt sind.

24. Liparitpechstein aus dem Hliniker Thal. Gestein.
25. Glasbasis aus Liparitpechstein (24).
26. Dacit (Nevadit) von Summit Co. Colorado. Gestein.
27. Grundmasse aus 26.
28. Feldspath aus Dacit 26.

Die Grundmassen beider Gesteine nicht sphärolithisch.

	24 (Gestein)	25 (Glas)	26 (Gestein)	27 (Grundm.)	28 (Feldsp.)
SiO_2 . . .	72·98	72·60	75·07	74·96	65·49
Al_2O_3 . .	14·13	13·86	12·15	13·67	18·74
Fe_2O_3 . .			1·67[1])	1·80	Spur
CaO . . .	1·43	0·39	0·86	0·62	0·39
MgO . . .	0·17	0·25	0·14	Spur	—
K_2O . . .	3·45	4·28	4·57	4·14	9·45
Na_2O . .	3·44	3·81	4·12	2·70	3·53
Glühverl. .	3·85	4·55	1·34	1·52	1·30
	99·45	99·74	99·92	99·41	98·90
Spec. Gew.	2·408	2·219	—	2·6135	2·5267

Liparitpechstein (24) durch Quarz- und Feldspathausscheidungen porphyrisch, im Handstück grünlich grau mit Fettglanz, besteht unter dem Mikroskope hauptsächlich aus einer Glasbasis, die sich absolut isotrop und durchsichtig verhält. Darin sind nur vereinzelte Belonite und sehr spärliche opake Körnchen, auch Glimmermikrolithe enthalten. Glimmer ist auch spärlich in kleinen Blättchen und Lamellen von schmutzigbrauner Farbe vorhanden. Der Quarz ist reichlich in gerundeten, nur Glasdihexaëder und Glasbasis haltenden Körnern. Der Feldspath ist ein Plagioklas, ein Theil scheinbar Sanidin, doch gehen sehr fein lamellirte Partien in lamellenfreie über, während beide die Spaltbarkeit des Orthoklases zeigen. Einzelne Krystalle zeigen im Innern die bekannten flaserartigen Einlagerungen des Mikroklins, doch äusserst spärlich und sehr fein. Der Vergleich der Analyse des Gesteins und der Glasbasis weist eher auf einen Anorthoklas, als auf einen Mikroklin

[1]) Darin 0·05 MnO. Die Analyse 26 ist von Herrn Teplitz in meinem Laboratorium ausgeführt worden.

Digitized by Google

hin. Ausser Apatit ist nichts mehr ausgeschieden worden. Ausscheidungsfolge: Glimmer, Plagioklas, Quarz. Da die Basis alle Ausscheidungen umfliesst und von einander isolirt, so ist das relative Alter der anscheinend orthotomen Feldspathe und der gerieften nicht mit Sicherheit zu constatiren. Das Glas ist in geringem Grade perlitisch abgesondert, besonders um die krystallinen Ausscheidungen. Die Risse, die im Glase cyklisch verlaufen, stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit den Spaltrissen in den Feldspathen und den Sprüngen im Quarz. Dabei sind sie nicht secundär beim Schleifen des Präparats entstanden, da sie häufig mit einer röthlichen Masse, die aus zusammenhangslosen Partien besteht, wie eine solche häufig in den porphyrischen Quarzen vorkommt, infiltrirt sind. Die perlitische Absonderung ist hier also nachweislich nach der Ausscheidung der Minerale erfolgt, offenbar durch Zusammenziehung der ganzen Masse und sie ist insbesondere durch die stärkere Zusammenziehung der krystallinen Ausscheidungen und die dadurch bedingte Herausbildung orientirter Spaltrisse veranlasst worden.

Dacit von Colorado (26). Das Gestein graulich weiss, mit grossen, nicht sehr deutlichen Quarzbipyramiden und schneeweissen glasigen Feldspathen. Unter dem Mikroskope besteht die Grundmasse aus sehr kleinen farblosen Körnchen, die lebhaft polarisiren. Sie ist durchwegs krystallin, ohne Basis. Sie besteht offenbar aus innigverwachsenem Feldspath und Quarz. Porphyrisch zweierlei Feldspathe: ein orthotomer monokliner und ein Plagioklas. Die Analyse (28) bezieht sich auf den monoklinen; der plagioklastische wurde nicht analysirt. Auslöschungsschiefe + 2·5° *(P)*, + 12° *(M)*. Dunkle Hornblende sehr sparsam mikroconcretionär im Gestein zerstreut. Zur Untersuchung wurde eine verhältnismässig quarzarme Probe genommen. Durchschnittsgehalt des Gesteins an SiO_2 78·02 Procent. Ausscheidungsfolge: Glimmer, Hornblende, Plagioklas, Sanidin, Feldspath und Quarz der Grundmasse. Feldspath der Grundmasse ein Plagioklas, äusserst fein gerieft, in unregelmässig begrenzten, fast ebenso breiten wie langen Leisten. Nach der Analyse der Grundmasse wahrscheinlich ein Anorthoklas. Der porphyrische Plagioklas muss nach den Analysen und den optischen Eigenschaften ein dem Albit sehr nahestehender sein. Specifisches Gewicht grösser als bei 28. Molekularverhältnisse:

Digitized by Google

	24a (Gestein)	25a (Glas)	26a (Gestein)	27a (Grundm.)	28a (Feldsp.)
SiO_2	1·216	1·210	1·251	1·249	1·092
K_2O	0·036	0·045	0·045	0·044	0·101
Na_2O . . .	0·055	0·061	0·066	0·043	0·057
$K_2O:Na_2O$.	1 : 1·5	1 : 1·35	1 : 1·46	1 : 1	1 : 0·57

Die Glasbasis (25) und die Grundmasse (27) weisen wieder dieselbe Verschiebung des Verhältnisses $Na_2O:K_2O$ zu Gunsten des Kali in ihnen auf (cf. Anal. 24 und 26). Die Na_2O-reicheren Verbindungen haben sich auch hier früher ausgeschieden wie die K_2O haltenden. Dabei ist aus den Analysen und der Ausscheidungsfolge im Dacit (26, 27, 28) zu ersehen, dass die „Basicität" der Feldspathe keine Rolle spielt, denn es ist wahrscheinlich, dass der Plagioklas (porphyrisch) saurer ist, als der später ausgeschiedene analysirte natronhaltige Sanidin; der Anorthoklas der Grundmasse ist wohl kaum saurer als die porphyrischen Feldspathe. Ausserdem hat sich Quarz (porphyrisch) ausgeschieden, bevor die Grundmasse krystallisirte, wie die unentglasten Glaseinschlüsse in demselben beweisen. Aus sämmtlichen bereits angeführten Analysen folgt nun mit Nothwendigkeit, dass ein kieselsäure- und alkalireiches, an CaO und MgO armes oder davon freies Silicatmagma leichter mit darin gelösten Na_2O-Silicaten gesättigt, aber schwerer übersättigt wird als mit K_2O-Silicaten, mit anderen Worten — die Na_2O-Verbindungen haben in einem solchen Schmelzmagma eine grössere Tendenz sich auszuscheiden und Krystallindividuen aufzubauen, als die entsprechenden K_2O-Verbindungen. Da die Na_2O-Silicate procentisch eine grössere Menge SiO_2 beanspruchen als die analogen K_2O-Silicate, so können in solchem Magma „saure" Verbindungen vor „basischeren" sich ausscheiden. Sämmtliche Sphärolithe [1]) sind SiO_2-reicher als das zurückbleibende Glas, sie sind auch Na_2O-reicher (nicht absolut, sondern in Bezug auf den Gehalt an Kali) als letzteres. Daher ist sowohl das von Rosenbusch [2]) ausgesprochene „Gesetz", die Ausscheidungsfolge hänge mit der „Basicität" zusammen, als auch der von Siemiradzki [3])

[1]) Rosenbusch hält die Sphärolithe für „übersauer", freilich ohne anzuführen, was darunter zu verstehen ist. N. J. 1882, II.

[2]) N. J. 1882, Bd. II, pag. 7.

[3]) N. J. Beilageband IV, 1886, pag. 226.

Digitized by Google

aufgestellte Satz, dass die Feldspathe diesem Gesetz unterliegen, nicht strenge richtig. Der Schwerpunkt liegt nicht im grösseren oder geringeren SiO_2-Gehalt, sondern ganz wo anders. Aus den Analysen (chemischen und mikroskopischen) folgt auch mit Wahrscheinlichkeit, dass, wenn das Verhältnis von $K_2O : Na_2O$ im Magma eine gewisse Grenze erreicht und überschreitet — und zwar scheint dies das Verhältnis $2K_2O : 1Na_2O$ zu sein — Sanidin, immer natronreich, herausfällt, während, wenn es unter demselben bleibt, ein trikliner natronreicher Feldspath sich bildet.[1]) Ein scheinbarer Widerspruch ergibt sich aus der Betrachtung der Analysen des Dacits (26, 27, 28), doch verschwindet derselbe, wenn man berücksichtigt, dass der an Menge dem Sanidin gleichkommende, zuerst ausgeschiedene Albit oder Oligoklas eine starke Anreicherung von K_2O in der zurückbleibenden geschmolzenen Basis durch seine Ausscheidung bedingte. Ueberwiegt im Magma stark das K_2O, so tritt die Massenwirkung in ihre Rechte und veranlasst die Bildung von K_2O-Silicaten. Es ist zu beachten, dass dieses Alles für's Erste nur für ein Magma, wie das oben gekennzeichnete Geltung hat. Tritt CaO und MgO, sowie FeO in irgend grösserer Menge in das Magma ein, so modificiren sie durch ihre grundverschiedene Affinität zu K_2O und Na_2O die Processe wesentlich. Die Sättigung ist in diesem Falle viel rascher erreicht. Eine Betrachtung der bei den künstlichen Gläsern gesammelten Erfahrungen, welche weiter unten ihren Platz finden wird, ergibt werthvolle Andeutungen.

Ich gehe jetzt zu Magmen über, die einen geringeren SiO_2-Reichthum, dafür aber mehr CaO und MgO aufweisen.

II. Gesteine mit mittlerem SiO_2-Gehalt.

29. Quarzandesit (Dacit)[2]) von Mojanda, Quito. Gestein.

30. Grundmasse aus 29.

31. Feldspath aus dem Quarzandesit 29.

32. Andesit (Trachyttypus), Nevada de Toluca, Mexico, in 2260 Toisen Höhe, Mächtigkeit 1600 Toisen (mitgebracht von A. v. Humboldt).[3]) Gestein.

---

[1]) Man vergleiche Analyse 19 und 14.

[2]) Ich bezeichne mit „Dacit" jeden quarzhaltigen Andesit, ganz abgesehen von der Anwesenheit darin des Augits, des Amphibols oder des Glimmers.

[3]) Die Gesteine 29, 31 und 37 verdanke ich Herrn Akademiker J. Roth in Berlin.

Digitized by Google

33. Grundmasse mit Basis aus 32.

34. Trachyt (Andesit) von Monte Amiata, Toscana. Gestein.

35. Glasbasis aus 34.

36. Feldspath aus 34.

37. Andesit (Trachyttypus) von Notre Dame de Guadeloupe in 1235 Toisen Höhe (Porphyre à base de Pechstein, A. v. Humboldt). Gestein.

38. Basis aus 37.

39. Feldspath aus Andesit 37.

	29 (Gestein)	30 (Grundm.)	31 (Feldsp.)	32 (Gestein)	33 (Grundm.)	34 (Gestein)
$Si\,O_2$	68·32	74·76	56·53	65·03	65·45	67·30
$Al_2\,O_3$	19·61	13·66	26·59	18·83	16·70	20·75
$Fe_2\,O_3$		2·36	1·05	2·35	4·40	
$Ca\,O$	4·24	2·17	9·60	4·43	4·07	2·63
$Mg\,O$	1·95	0·53	—	2·06	2·02	1·05
$K_2\,O$	1·45	2·05	0·80	2·24	2·21	4·60
$Na_2\,O$	4·06	2·96	6·11	4·38	3·86	2·75
Glühverl.	0·54	0·82	0·02	1·00	1·49	0·34
	100·17	99·31	100·70	100·32	100·20	99·42
Spec. Gew.	2·7651	2·6186	2·6850	2·5892	2·5845	2·5410

	35 (Basis)	36 [1]) (Feldsp.)	37 (Gestein)	38 (Basis)	39 (Feldsp.)
$Si\,O_2$	72·44	62·21	64·48	68·74	52·45
$Al_2\,O_3$	16·28	19·29	16·50	15·05	28·47
$Fe_2\,O_3$		1·08	3·47	1·91	0·65
$Ca\,O$	0·59	1·18	4·42	2·10	11·69
$Mg\,O$	0·20	0·05	1·60	0·63	Spur
$K_2\,O$	6·49	12·00	3·72	4·67	1·28
$Na_2\,O$	2·12	2·54	3·13	3·42	5·24
Glühverl.	1·35	1·05	2·94	3·68	0·04
	99·47	99·40	100·26	100·20	99·82
Spec. Gew.	2·2540	2·5673		2·4415	2·7020

Der Dacit 29 [2]) ist ein licht grauröthliches Gestein, durch Feldspath und Quarz porphyrisch, von Trachyttypus. Unter dem

[1]) Die Sanidine wurden sorgfältig ausgesucht und nur ganz reines Material zur Analyse verwendet; von etwa anhaftenden Plagioklaspartikeln und Glas wurde das Pulver der ausgesuchten Feldspathe mittelst Thoulet'scher Lösung und mit dem Elektromagneten getrennt.

[2]) cf. G. vom Rath, Sitzb. der niederrh. Gesellsch. f. Naturk. 15. Dec. 1873 und Z. d. d. geol. G., XXVII; 1875, pag. 303.

Digitized by Google

Mikroskope besteht es aus einer Grundmasse von kleinen rundlichen Körnchen von circa 0·03 Millimeter im Durchmesser, die an und für sich farblos und polarisirend, aber wie es scheint, nicht von gleicher Beschaffenheit sind. Dazwischen liegen in grosser Menge rothbraune Hornblendemikrolithnadeln (0·05 Millimeter), die einen förmlichen Filz um die Körnchen bilden; bei schwacher Vergrösserung erscheint daher die Grundmasse ohne Nicols gleichmässig kleinflockig. Die Hornblendemikrolithe sind mit einer staubigen Substanz bedeckt. Opake Körnchen sind ebenfalls verhanden. Der porphyrische Feldspath ist ein schön gestreifter Plagioklas (zwischen $Ab_1 An_3$ und $Ab_1 An_1$) mit zonalem Aufbau. Auslöschung für M — 12°, auf P — 3°, nach innen nehmen diese Winkel zu, d. h. der Feldspath wird basischer. Darin Einschlüsse von farblosem Glas, besonders im Innern, auch solche von globulitisch entglastem Glase in grösseren Fetzen; die farblosen Glaseinschlüsse mit Bläschen und von negativer Form des Wirthes, randlich keine Einschlüsse. Quarz in runden Körnern mit farblosen Glaseinschlüssen mit Bläschen. Ausserdem Krystalle von Hornblende (makroskopisch), langsäulenförmig nach ∞P (110) mit ausgebildeter Spaltbarkeit (56°), ölgrün bis braunroth, stark pleochroitisch, mit breitem Opacitrand, manche ganz mit opaker Substanz erfüllt. Glimmer (?) opak. Magneteisen in Krystallen und Körnern. Apatit. Ausscheidungsfolge: Magneteisen und Apatit, Hornblende, Plagioklas, Quarz, Hornblendemikrolithe, Feldspath und Quarz (?) der Grundmasse. Ob Basis vorhanden, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, vielleicht ist solche in sehr geringer Quantität, in dünnsten Häutchen vertreten. Der Mikrolithenbildung in der Grundmasse scheint eine globulitische Entglasung vorangegangen zu sein, worauf die Einschlüsse in den porphyrischen Feldspathen hinweisen. Nach der Analyse 30 zu urtheilen, scheint die Grundmasse aus Quarz, Anorthoklas und natronreicher Hornblende zu bestehen. K_2O hat sich wieder in der Grundmasse angereichert. CaO, MgO, Na_2O haben darin abgenommen.

Andesit 32 (Dacit), Trachyttypus. Das Gestein ist von röthlicher Farbe, mit porphyrisch ausgeschiedener Hornblende und Mikrotin. Vereinzelte Körner von Quarz. Ausserdem spärlich rothbrauner Glimmer. Die Hornblende säulenförmig, rothbraun, Opacitrand und -Kern selten; Augit[1]) war in meinen Präparaten

[1]) Roth, Allg. und chem. Geol. Bd. II, pag. 316.

Digitized by Google

nicht vorhanden, dafür aber spärlich mikroporphyrisch noch eine grünlichbräunliche Hornblende (Spaltbarkeit 56°). Magneteisen spärlich. Plagioklas einzeln und zu Gruppen aggregirt, mit farblosen und auch globulitisch entglasten Glaseinschlüssen, mit den optischen Eigenschaften des Andesins. Die Krystalle kurz leistenförmig, nur theilweise scharf begrenzt; zonaler Bau. Zwillinge nach dem Albit- und Periklingesetz. In der an sich farblosen, mikrofelsitisch entglasten, isotropen Basis liegen lange Leistchen von Plagioklas und sehr zahlreiche spiessige Mikrolithe von rothbrauner Hornblende. Diese drei Gemengtheile bilden die Grundmasse. Die Basis liess sich von den darin ausgeschiedenen Feldspathen und Hornblendemikrolithen nicht trennen. Nach der Analyse (33) der Grundmasse muss dieselbe aus einem saueren Glase bestehen und kalireicher sein als das Gesammtgestein. Dieses Gestein ist eines der seltenen Beispiele einer sehr ähnlichen Zusammensetzung des Gesteins und der darin enthaltenen Grundmasse unter den nicht allzu saueren Gesteinen. Aber es wird gerade dadurch interessant und zeigt, dass die geringe Verschiebung des Verhältnisses des K_2O zu Na_2O zu Gunsten des K_2O in der Grundmasse, nach der Ausscheidung der porphyrischen Gemengtheile, die Krystallisationsfähigkeit beschränkte und die Basis glasig, respective mikrofelsitisch erstarren liess. Vorher schieden sich aber noch die Verbindungen mit den zweiwerthigen Metallen und höchst wahrscheinlich auch ein Theil des Natrons in Form von Hornblendemikrolithen und Feldspathen (der Grundmasse) aus. Ausscheidungsfolge: Magneteisen und Apatit, Glimmer und Hornblende, Plagioklas und Quarz. Hornblendemikrolithe und Feldspathe der Grundmasse.

Trachyt (Andesit?) von Monte Amiata (34).[1]) Röthlich, porphyrisch durch ausgeschiedene ziemlich grosse glasige Feldspathe: etwas porös, leicht zerdrückbar, ausserdem makroskopisch kleine Augite und spärlich Glimmer. Unter dem Mikroskope besteht die Grundmasse aus einem gleichmässigen, an sich farblosen, hier und da verschwommen fleckig und schwach polarisirenden Glase. Dasselbe wird von einer grossen Menge brauner nadelförmiger Mikrolithe

[1]) G. vom Rath, Z. d. d. g. G. 1865, 17, pag. 412. Sanidin-Oligoklastrachyt? Das untersuchte Gestein ist wahrscheinlich ein Zwischentypus zwischen dem Trachyt und Liparit von Monte Amiata. Es stammt aus einer alten italienischen Sammlung des hiesigen Museums und seine Provenienz ist unzweifelhaft.

Digitized by Google

erfüllt. Es ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob dieselben dem Augit oder der Hornblende angehören, doch möchte ich eher für letztere mich entscheiden. Sie sind radialcentrisch angeordnet, nicht dichte sphärolithische Gebilde aufbauend, sondern nur wenige Strahlen (die sich auch im Centrum nicht berühren) um einen gemeinsamen Mittelpunkt bildend. Die Basis ist auch zum Theil globulitisch; einzelne Partien sind farblos, frei von allen Ausscheidungen und ziemlich scharf sich abhebend. In den Poren ist Tridymit vorhanden. Kein Quarz und keine Feldspathmikrolithe in der Grundmasse. Porphyrisch darin: Plagioklas, mit sehr grossen Mengen von Basis erfüllt, die feingerieften Krystalle zu Gruppen aggregirt, auch einzeln, kleiner als die Sanidine. Der Plagioklas wurde nicht analysirt, weil er zu verunreinigt erschien. Die Auslöschung circa -10^0 *(P)* und -22^0 *(M)* weist auf einen Labrador ungefähr von der Zusammensetzung $Ab_2 An_3$ hin. Der Sanidin, von reiner Substanz, rissig und nur vereinzelte farblose Glaseinschlüsse mit grossen Bläschen führend, umwächst manchmal randlich den Plagioklas, wenn auch selten. Die Krystalle gross, meist etwas abgerundet. Augit grünlichgelb, auch röthlich mit Opacitrand, rissig, mit der entsprechenden Spaltbarkeit, in kurzen Krystallen und Körnern. Manchmal ist er von einem dunkelbraunrothen Glimmer umwachsen. Derselbe Glimmer in Lamellen und Blättchen spärlicher als der Augit im Gestein vertheilt. Er ist randlich oder auch vollständig mit Opacit erfüllt. Magneteisen spärlich in Körnern. Apatit sehr selten. Ausscheidungsfolge: Magneteisen und Apatit, Augit, Glimmer, Plagioklas, Sanidin, Mikrolithe der Grundmasse (Basis). In der Basis ist wieder eine recht beträchtliche Verschiebung des Verhältnisses $K_2O : Na_2O$ zu Gunsten des K_2O eingetreten. Nach der Ausscheidung der Augite und des Glimmers, sowie der Plagioklase, musste eine starke Anreicherung von K_2O in der übrigen Masse eintreten, damit war die Bedingung zur Ausscheidung des Sanidins gegeben, zugleich musste der alkalireicher gewordene, noch flüssige Grundteig kaustisch auf die vorgebildeten Augite und den Glimmer wirken, so entstand der Opacitrand.[1] Die von mir

[1]) Doelter und Hussak, N. J. 1884, II, pag. 19 ff. Aus den Versuchen der Autoren scheint hervorzugehen, dass ein alkalireicheres Magma energischer wirkt als ein alkaliarmes; z. B. wurde Fassait im Augitmagma kaum angegriffen. Es ist zu bedauern, dass diese interessanten Versuche nicht weiter ausgedehnt

Digitized by Google

durch ein kleines Experiment bestätigte[1]) Auffassung von Zirkel über den Ursprung des Opacitrandes hat sich seitdem als vollkommen richtig erwiesen.

Rosenbusch[2]) versucht die Erscheinung, dass in einem Gestein, in welchem sich eine holokrystalline Grundmasse entwickeln konnte, der Opacitrand breiter sei, in solchen dagegen mit glasiger Basis fehle (?), dadurch zu erklären, dass sich in Letzteren die Verfestigung vollzog, ehe Zustände eintreten konnten, die die Existenz des Biotit z. B. gefährdeten. Es ist allerdings nicht ganz klar, welche „Zustände" gemeint sind, aller Wahrscheinlichkeit wird aber die voraussichtlich raschere Erkaltung der Grundmasse bei glasiger Ausbildung in Anspruch genommen. Nun ist die Einwirkungsdauer der corrodirenden Schmelze in dem Sinne von keinem Belang für die Bildung eines Opacitrandes, als auch bei kürzester Einwirkung sich um den Glimmer z. B. ein Augit-Magnetit(?)-Rand bildet.

Ein braunrother Biotit aus Liparit von Martinique wurde der Einwirkung eines schmelzenden Magma, welches sauer und alkalireich war (circa 69 Procent SiO_2 und 10 Procent $[K_2O + Na_2O]$), unterworfen. Nach Verlauf einer halben Stunde war dasselbe im Leclerc-Forquignon'schen Ofen flüssig geworden, hierauf kalt gestellt. Die Masse war ganz glasig, der Glimmer zeigte aber im Dünnschliff einen opaken Saum. Es genügt also eine fast momentane Einwirkung, um den nöthigen Effect unter Umständen hervorzubringen; in der Natur wird wohl kaum eine so rasch vor sich gehende Erkaltung stattfinden, auch nicht in schmalen Gängen, geschweige denn in mächtigen Lavaströmen oder Stöcken und Massiven; daher ist die Zeit nicht in Betracht zu ziehen. In erster Linie ist die Ursache der corrodirenden Wirkung des Schmelzflusses auf die bereits auskry-

werden; die bis jetzt angestellten Versuche erlauben sehr wenig sichere Schlüsse auf die Wirkung der Hauptcomponente, der chemischen Natur des Magma. Dazu müsste ein und derselbe Gemengtheil der Einwirkung verschieden zusammengesetzter Magmen unterworfen und umgekehrt verschiedene Repräsentanten einer isomorphen Reihe in ein und dasselbe Schmelzmagma eingesenkt werden. Als Schmelzmagma würden sich Grundmassen ohne den zu prüfenden Gemengtheil, womöglich basishaltige, wohl eher eignen, als Gesteine, die ja schon gesättigte oder übersättigte Lösungen darstellen.

[1]) Lagorio, Andesite des Kaukasus. 1878, pag. 25 u. 28, und Zirkel, Ber. d. sächs. Gesellsch. d. Wiss. 1877, pag. 197.

[2]) Mikrosk. Physiogr. Bd. I, 2. Aufl., pag. 484.

Digitized by Google

stallisirten Gemengtheile in der veränderten chemischen Zusammensetzung, die der noch flüssige Theil durch Ausscheidung einer nachfolgenden Generation von Gemengtheilen erfährt, zu suchen. Diese Veränderung ist aber, wie es scheint, noch nicht genügend zum thätigen Angriff auf die bereits formirten Minerale. Es bedarf dazu noch eines weiteren Umstandes.

Es ist bekannt, dass die Silicate beim Schmelzen eine specifische Volumvergrösserung erfahren [1]), folglich findet auch beim Erstarren, oder richtiger beim Uebergang aus dem amorphen in den krystallisirten Zustand eine Verdichtung statt, dabei muss aber Wärme entwickelt werden, es findet eine Temperatursteigerung statt. Wenn diese auch gering sein mag, so wird sie doch die lösende Wirkung des noch geschmolzenen Antheils des Magma erhöhen, umsomehr, als diese Temperatursteigerung ziemlich plötzlich eintreten muss, wie die Untersuchungen Kopp's [2]) über die Volumveränderung schmelzender Körper darthun. Dieses erklärt zur Genüge das häufigere Auftreten opaker Ränder und anderer Corrosionserscheinungen an Krystallen in Gesteinen, in denen nach Ausscheidung primärer Gemengtheile weitere Krystallisationen stattfanden.

Andesit (37) von Notre Dame de Guadeloupe. Grau, fettglänzend, kleinporphyrisch durch Feldspath. Unter dem Mikroskope porphyrische Plagioklase, mit zonalem Bau, leistenförmig, scharf begrenzt. Darin Einschlüsse eines bräunlichen homogenen Glases mit und ohne Bläschen, central oder peripherisch gehäuft, auch unregelmässig vertheilt, vereinzelte farblose Einschlüsse, ebenso Magnetitkörnchen. Augit hell braungrünlich, in kurzen Prismen und Körnern, ohne Opacitrand; darin Glas- und Magneteisen. Magnetit in grösseren Krystallen und winzigen Körnern in der Grundmasse und in den porphyrischen Gemengtheilen. Die Grundmasse ist eine isotrope, farblose Basis mit spärlichen Feldspathmikrolithen, von kleinen Beloniten und Körnchen erfüllt. Ausscheidungsfolge: Magnetit und Apatit, Augit, Plagioklas, Entglasungsproducte der Basis. Die Basis ist sehr sauer, kalk- und magnesiaärmer als das Gesammtgestein, dafür K_2O-reicher. Sie ist pechsteinartig nach dem H_2O-Gehalt zu urtheilen.

---

[1]) cf. Die vollständige Zusammenstellung der einschlägigen Messungen bei J. Roth, Allg. u. chem. Geol. Bd. II, pag. 52.

[2]) Lieb. Annalen. 1855, 93, 125.

Digitized by Google

Trotz des ziemlich hohen Gehalts an Kieselsäure ist der Feldspath ein basischer Andesin. Molekularverhältnisse:

	29a (Gestein)	30a (Grundm.)	31a (Feldsp.)	32a (Gestein)	33a (Grundm.)	34a (Gestein)
SiO_2	1·138	1·245	0·942	1·083	1·091	1·122
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0·192	0·157	0·271	0·207	0·207	0·203
CaO	0·075	0·039	0·171	0·079	0·073	0·047
K_2O	0·015	0·021	0·009	0·023	0·024	0·049
Na_2O	0·065	0·047	0·099	0·070	0·062	0·044
$K_2O : Na_2O =$	1 : 4·33	1 : 2·24	1 : 1·1	1 : 3·0	1 : 2·6	1 : 0·9
$Na_2O : CaO =$	1 : 1·17	1 : 0·83	1 : 1·7	1 : 1·11	1 : 1·18	1 : 1

	35a (Basis)	36a (Feldsp.)	37a (Gestein)	38a (Basis)	39a (Feldsp.)
SiO_2	1·207	1·037	1·075	1·146	0·874
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0·169	0·199	0·196 [1])	0·166	0·285
CaO	0·011	0·021	0·078	0·037	0·208
K_2O	0·069	0·128	0·039	0·049	0·013
Na_2O	0·034	0·41	0·050	0·055	0·086
$K_2O : Na_2O =$	1 : 0·5	3 : 1	1 : 1·3	1 : 1·12	1 : 6·6
$Na_2O : CaO =$	1 : 0·3	2 : 1	1 : 1·56	1 : 0·67	1 : 2·41

Ueberall ist eine Zunahme von K_2O gegenüber dem Na_2O in der Grundmasse, respective Basis, zu constatiren. Das Gestein von Monte Amiata (34) enthält Sanidin, welcher sich nach dem Augit, Glimmer und Plagioklas ausschied. Berechnet man die Zusammensetzung des noch geschmolzenen Theiles des Magma zur Zeit der Ausscheidung des Sanidins und nach der Ausscheidung der genannten Bestandtheile aus den Analysen des Sanidins (36) und der Basis (35), indem man das Verhältnis dieser letzteren zu 3 Basis und 1 Sanidin annimmt, was dem Verhältnis derselben im Gestein ungefähr entspricht, so erhält man ein saueres, kalireiches Magma von der Zusammensetzung: SiO_2 69·88, $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ 17·30, CaO 0·71, K_2O 7·78, Na_2O 2·22. [2]) Daraus folgt das Molekularverhältnis $Na_2O : K_2O = 1 : 2·3$ und $K_2O + Na_2O : SiO_2 = 1 : 9·82$. Es waren also die Bedingungen zur Sanidinausscheidung gegeben.[3]) Lemberg [4])

[1]) Fe_2O_3 ist als Al_2O_3 berechnet, $Al_2O_3 = 0·161$; $Fe_2O_3 = 0·022$.

[2]) Die Zahlen sind nicht auf 100 umgerechnet, sondern direct aus den Werthen in der Analyse, weil für unsere Zwecke nur die Verhältniszahlen von Wichtigkeit sind.

[3]) cf. p. 457.

[4]) Z. d. d. g. G. 1883, pag. 562.

Digitized by Google

hat schon früher darauf hingewiesen, dass ein Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung des Gesteins und der dasselbe aufbauenden Gemengtheile statthaben muss; neuere Untersuchungen an gesteinsbildenden Pyroxenen von Mann[1]) und Merian[2]), sowie Doelter[3]) und andere haben einen solchen Zusammenhang erwiesen. Dasselbe muss auch für die Feldspathe in Anspruch genommen werden. G. vom Rath's[4]) schöne Untersuchungen an den Andesgesteinen und deren negatives Resultat stehen nur im scheinbaren Widerspruch zu dieser Annahme. Nicht das Gesammtgestein oder die Bauschanalyse ist mit der Analyse des Feldspathes zu vergleichen, sondern es muss die jeweilige chemische Zusammensetzung des geschmolzenen Antheils des Gesteins zur Zeit oder richtiger unmittelbar vor der Ausscheidung des in Frage stehenden Feldspathes oder anderen Gemengtheils eruirt und mit der Zusammensetzung dieses letzteren verglichen werden. Es unterliegt gar keinem Zweifel, dass eine solche Beziehung stattfinden muss. Da sämmtliche silicatische Gemengtheile der Eruptivgesteine nicht Verbindungen von ganz bestimmter, unveränderlicher Zusammensetzung sind, sondern als Mischungen in veränderlichen Verhältnissen gewisser constanter (isomorpher) Grundverbindungen aufgefasst werden müssen, so sind Massenwirkungen offenbar ausschlaggebend für das quantitative Verhältnis letzterer beim Zusammentritt zu solchen Mischungen, d. h. zu krystallisirten Mineralen. Die Massenwirkungen aber lassen sich doch nicht wegleugnen, und ein Chemiker wird diese ganze Frage für gar keine Frage halten, die Sache ist eben selbstverständlich. Leider sind wir Geologen, seit L. v. Buch's dolomitisirenden Magnesiadämpfen, gewohnt, für uns ganz besondere physikalische und chemische Gesetze zu beanspruchen und es ist noch in neuester Zeit dafür eine Lanze gebrochen worden.[5]) Dass bei den Augiten der Einfluss der Gesammt-

[1]) N. J. Beilage-Bd. II, 172.

[2]) N. J. Beilage-Bd. III, 252.

[3]) Die Vulcane der Capverden und ihre Producte. Graz 1882.

[4]) Z. d. d. g. G. 1875, 27, 295.

[5]) H. Reusch, Ueber Vulcanismus, deutsch v. Herrmann. Berlin. 1883, pag. 33. Er sagt: „Es ist überhaupt an der Zeit, dass es nicht mehr in demselben Grade, wie früher, den räsonnirenden Physikern überlassen wird, die Frage von der Ursache des Vulcanismus zu beantworten. Das Problem ist naturhistorisch und muss in erster Linie von den beobachtenden Naturhistorikern, in diesem Falle also den Geologen, behandelt werden.“

Digitized by Google

zusammensetzung des Gesteins auf die jeweilige Zusammensetzung des pyroxenischen Gemengtheiles evident ist, wird wohl darin zu suchen sein, dass der Augit zu den zuerst ausgeschiedenen Gemengtheilen gehört, während die Feldspathe meist erst später aus einer von der chemischen Gesammtzusammensetzung des Gesteins beträchtlich abweichenden, durch vorausgegangene Ausscheidungen bereits ganz veränderten Matrix krystallisiren. Wo der Feldspath sich zuerst ausschied (ein Theil der Diabase), da ist ein solcher Zusammenhang auch nachweisbar. Doch lassen sich die alten Gesteine aus bereits entwickelten Gründen nicht ohne Einwurf zur Beweisführung heranziehen. Ob sich dann im Magma dieses oder jenes Mineral ausschied, d. h. die einen oder anderen von einander verschiedenen Grundverbindungen sich bildeten, die zu qualitativ verschiedenen Mischungen zusammentraten, wird nicht allein von der chemischen Zusammensetzung des jeweiligen Magma allein abhängen, sondern es müssen hierbei noch andere Factoren mitwirken, die massgebend sind. Dazu gehört auch bei sich später ausscheidenden Gemengtheilen unter anderem die Natur der bereits vorher festgewordenen Minerale. Doch diese Fragen sollen weiter unten im Abschnitt III Gegenstand der Untersuchung sein.

40. Andesit (Trachyttypus) vom Hliniker Thal, Ungarn. Gestein.

41. Glasbasis aus 40.

42. Feldspath aus Andesit 40.

43. Vitroandesit[1]) (Basalttypus) von Bohunitz in Ungarn. Gestein.

44. Basis aus 43.

45. Feldspath aus 43.

46. Vitroandesit (Trachyttypus), Auswürfling des Merapi, Java. December 1876. Gestein.

---

[1]) Ich will in der Folge die stark glasigen Repräsentanten der verschiedenen Gesteinsreihen mit dem vorgesetzten Vitro kennzeichnen, z. B. Vitroandesit, Vitrobasalt, sämmtliche Gläser dagegen nach Cohen's Vorschlag (N. J. 1880, II, pag. 58) mit Obsidian, wasserhaltige mit Pechstein bezeichnen. Mir scheint der Name Vitrobasalt z. B. viel passender und auch wohlklingender zu sein als „Magmabasalt". Da jetzt das Wort „Magma" ganz allgemein in einem anderen Sinne, wie Glasbasis, was doch Magma in diesem Falle bezeichnen soll, gebraucht wird, so möge es erlaubt sein, dasselbe durch das bei den alten Gesteinen bereits eingebürgerte vorgesetzte „Vitro" zu ersetzen.

Digitized by Google

47. Basis aus 46.

48. Feldspath aus 46.

49. Andesit (Trachyttypus), vom Abhang des Irazu bei Carthago, Costarica, in 6000′ Höhe. Gestein.

50. Basis aus 49.

51. Feldspath aus Andesit 49.

Anhangsweise sei hier noch ein älteres Gestein angeführt:

52. Vitrophyrit v. d. Rasta, Recoaro. Gestein.

53. Basis daraus.

54. Feldspath aus 52.

	40 (Gestein)	41 (Basis)	42 (Feldsp.)	43 (Gestein)	44 (Basis)
SiO_2	62·54	70·19	55·42	62·30	66·98
Al_2O_3	23·56	17·19	28·01	17·45	16·55
Fe_2O_3			1·09	5·50	3·50
CaO	4·75	2·50	9·12	4·20	2·84
MgO	1·15	0·53	Spur	1·21	0·62
K_2O	2·43	3·89	0·79	2·90	3·26
Na_2O	3·16	3·30	5·10	2·95	2·19
Glühverlust	1·75	2·31	0·52	2·70	2·99
	99·35	99·91	100·05	99·21	98·93
Spec. Gew.	2·6941	2·4140	2·6890	2·5945	2·5163

	45 (Feldsp.)	46[1]) (Gestein)	47 (Basis)	48 (Feldsp.)	49[2]) (Gestein)
SiO_2	51·17	57·76	65·05	53·95	56·73
Al_2O_3	29·71	18·39	17·60	27·45	20·44
Fe_2O_3	1·24	7·51	3·10	1·09	5·71
CaO	13·08	6·21	3·58	11·48	7·23
MgO	Spur	3·34	1·05	Spur	2·58
K_2O	0·57	2·61	4·16	0·79	2·45
Na_2O	3·62	3·63	3·54	4·51	3·73
Glühverlust	1·07	0·94	1·56	0·48	0·54
	100·46	100·89	99·64	99·75	99·41
Spec. Gew.	2·6995	2·6640	2·3757	2·6900	

[1]) und [2]) Das Gestein 46 verdanke ich Herrn Prof. F. Zirkel, 49 erhielt ich von Herrn Akademiker J. Roth in Berlin.

Digitized by Google

	50 (Basis)	51 (Feldsp.)	52 [1]) (Gestein)	53 (Basis)	54 (Feldsp.)
SiO_2	59·22	53·05	62·71	69·41	52·01
Al_2O_3	21·34	28·73	15·26	14·18	30·32
Fe_2O_3	4·13	0·80	3·58	2·08	—
CaO	6·63	11·67	4·77	1·91	12·68
MgO	2·34	Spur	1·82	0·48	Spur
K_2O	2·89	1·20	1·41	2·21	0·52
Na_2O	3·63	4·55	3·71	3·81	3·44
Glühverlust	0·58	0·30	5·87	6·51	0·58
	100·76	100·30	99·13	100·59	98·55
Spec. Gew.	2·6036	2·7012	2·4670	2·3462	2·6785

Andesit 40. Hellgrauröthliches, rauhes, etwas poröses Gestein, porphyrisch durch kleine Feldspathe (Ab_1 An_1 cf. Anal. 42) und tombackbraunen Glimmer. Unter dem Mikroskop besteht dasselbe aus einer vorwaltenden mikrofluidal struirten Basis, die von kleinen Körnchen und spiessigen farblosen Krystalliten erfüllt wird. Sie ist farblos, isotrop. Darin liegen regellos zerstreut, einzeln und sich häufend braunröthliche sphärische Gebilde von 0·1—0·2 Millimeter Grösse. Sie sind nicht radialfaserig, sondern verworren filzig struirt; der Filz besteht aus gelblichen Faserkrystalliten, die Farbe der Sphärolithe wird aber hauptsächlich durch bräunliche, nur bei stärkster Vergrösserung (Hartn. Obj. 9) wahrnehmbare Globuliten hervorgerufen. Diese Gebilde sind absolut isotrop; sie sind sowohl in der Basis zerstreut, als auch den porphyrischen Ausscheidungen, wie Plagioklas, Glimmer, Augit und Hornblende angelagert. Analyse 41 bezieht sich auf das Glas und diese Gebilde zusammen. Ihr specifisches Gewicht ist um ein Unbedeutendes niedriger als dasjenige des Glases. Der braunrothe Glimmer ist in unregelmässigen Blättchen und hexagonalen Tafeln im Gestein vertheilt, ragt auch häufig in die Poren hinein. An Grösse der Durchschnitte ist er dem Feldspath gleich. Hornblende in prismatischen nicht sehr scharf begrenzten Krystallen (Spaltbarkeit 56°), von grüngelblicher bis dunkelbraungrüner Farbe (stark pleochroitisch) tritt in geringerer Quantität als der Glimmer auf. Augit in kurzen Prismen von ganz heller, in's gelbgrüne fallender Farbe (Spaltbarkeit circa 90°) ebenfalls anwesend (kaum pleochroitisch). Sowohl Hornblende, als auch Augit etwas kleiner in den Dimensionen als der Glimmer. Merkwürdigerweise

[1]) Glühverlust = H_2O, keine CO_2.

Digitized by Google

nur am Augit sehr schwache Corrosionserscheinungen. Magnetitkörnchen in der Grundmasse, den Plagioklasen und den übrigen Gemengtheilen. Apatit hauptsächlich im Glimmer. Plagioklas in wohl umgrenzten, häufig isomorph geschichteten Krystallen, mit randlichen Glaseinschlüssen und Basisbrocken. In den Poren manchmal Tridymit. In der Basis winzige polarisirende Körnchen (Plagioklas?) sehr spärlich. Ausscheidungsfolge: Magnetit und Apatit, Glimmer, Hornblende, Augit, Plagioklas, sphärische Gebilde der Basis.

Vitroandesit 43 [1]) ist ein schwarzes, fettglänzendes Gestein mit spärlichen, sichtbaren Feldspathen. Das untersuchte Gestein ist viel glasreicher als andere, die ich Gelegenheit hatte zu untersuchen. So ist ein äusserlich ähnliches Handstück mit der Etiquette „Bohunitz", welches mir freundlichst Herr Prof. Zirkel überliess, und ein anderes von Stürtz in Bonn mit dem Fundorte „Bohonya" viel ärmer an Glasbasis. Die Basis ist vollkommen isotrop, bräunlich und bildet einen die anderen Gemengtheile weit überwiegenden Grundteig. Darin sind Augitmikrolithe mit anhängenden Magnetitkörnchen und Magneteisen ausgeschieden, wenn auch nicht allzu reichlich; Plagioklasmikrolithe nur ganz vereinzelt. Der porphyrische Plagioklas ist recht rein, führt wenige, aber grosse Einschlüsse von schlackigen Partikeln, Augit und Magneteisenkörnern. Auch Apatit ist in den Feldspathen vorhanden. Die Plagioklase sind spärlich, aber gut ausgebildet, ohne isomorphe Schichtung. Zwillingsstreifung nach dem Albit- und Periklingesetz. Nach der Analyse und optischen Orientirung, womit auch das specifische Gewicht stimmt, sind es Feldspathe der Labradorreihe $(Ab_1\ An_2)$. Der Augit, von heller, in's gelbgrüne fallender Farbe, in Krystallen und Krystallkörnern, kommt dem Feldspath an Quantität gleich. Kein Opacitrand. Magneteisen ist in zwei Generationen vorhanden. Ausscheidungsfolge: Magneteisen und Apatit, Augit, Plagioklas, dann Magnetit, Augit, Feldspathmikrolithe in der Basis. Der Feldspath ist hier wieder ein, im Vergleich zu der Zusammensetzung des Gesteins basischer, dafür ist auch die Basis eine kieselsäureärmere als im Gestein 40 (cf. Anal. 41). Das Glas ist in beiden Gesteinen K_2O-reicher und CaO-ärmer.

---

[1]) cf. Roth, Allg. u. chem. Geol. Bd. II, pag. 321.

Digitized by Google

Vitroandesit 46, sowie das folgende Gestein 49 sind durch den vollständigen Mangel an H_2O-Gehalt ausgezeichnet. Das Gestein von Merapi ist grau, an der Oberfläche fettglänzend, trachytisch. Recht viele porphyrische Plagioklase, klein, glasig. Unter dem Mikroskope eine Grundmasse, die quantitativ die Einsprenglinge überwiegt. Die Glasbasis farblos bis hellbräunlich, isotrop; darin Augitmikrolithe in Stäbchen, mit anhängenden opaken Körnchen, Plagioklasmikrolithe in Leistenform, beides reichlicher als im Gestein von Bohunitz. Kein Sanidin. Der Plagioklas in ausgebildeten, meist kurzleistenförmigen Krystallen führt reichlich grosse Schlackeneinschlüsse und Augitkörner, ebenso Magnetit und Apatit, er ist oft isomorph geschichtet. Augit ganz analog demjenigen im Gestein 43. Ueberhaupt ist die Mikrostructur dieselbe wie die des letzteren Gesteins, nur ist 46 an reiner Glasbasis ärmer und das Gestein an Einsprenglingen reicher, auch ist etwas Hypersthen vorhanden. Magnetit in Krystallen und in winzigen Körnern. Ausscheidungsfolge genau dieselbe wie im Gestein von Bohunitz; vor Augit noch Hypersthen. Trotz des höheren CaO- und MgO-Gehaltes ist der Feldspath ein sehr ähnlicher $(Ab_3\ An_1)$, wenn auch etwas sauerer als in 43. Vergleicht man aber die Analysen 43 und 46, so bemerkt man sofort den höheren Na_2O-Gehalt in 46. Da das Na_2O und der CaO isomorphe Silicate bilden, die grosse Affinität zu einander besitzen und gern zusammentreten, K_2O-Silicate aber sehr ungern und in sehr geringer Quantität mit CaO-Silicaten sich verbinden, so wird dieser Umstand erklärlich. Dem grösseren Gehalt an Eisen entspricht in 46 ein höherer Gehalt an Magneteisen in der Grundmasse und unter den Einsprenglingen, also in zweiter und erster Generation.

49 [1]) ist ein dunkelgraues Gestein vom Habitus des Andesit 46, nur etwas porös. Die Grundmasse besteht aus einer untergeordneten, farblosen oder kaum bräunlich gefärbten Basis, in welcher zahlreiche Augitmikrolithe, besser ausgebildet als in 43 und 46, Feldspathleistchen und reichlich Magneteisenoktaëderchen liegen. Mikrotine (c. $Ab_3\ An_1$) reichlich, mit schöner Zwillingsriefung und zahlreichen Glaseinschlüssen, meist peripherisch. Augit hell gelbgrünlich, rissig, die Krystalle zu Gruppen aggregirt, zwischen denselben

[1]) Roth, Allg. u. chem. Geol. Bd. II, pag. 332.

Digitized by Google

oft ein braunes, ganz homogenes Glas, auch Hypersthen sparsam vertreten. Magneteisen in grossen Oktaëdern, besonders viel in und um die Augite. Ausscheidungsfolge: Magneteisen, Hypersthen, Augit, Plagioklas. In der Grundmasse: Magneteisen, Augit, Plagioklas. Sanidin ist nicht vorhanden. Die Analysen 49, 50 weisen darauf hin, dass die Basis wieder kalireicher ist; sie konnte nicht vollständig von den Augit- und Feldspathmikrolithen befreit werden.

Alle drei Gesteine 43, 46 und 49, besonders aber die beiden letzteren, sind echte typische augitführende Andesite, wie solche die Laven der hohen Vulcane des Kaukasus, der Cordilleren und Mexikos zusammensetzen. Ich will hier nochmals die Undurchführbarkeit der Trennung in Hornblende- und Augitandesite betonen.[1]) Das Gestein 40 ist in dieser Beziehung sehr lehrreich. Die Untersuchungen von Siemiradzki[2]) an den Gesteinen aus Ecuador (Alausi, Tungurhaghua) haben dasselbe Resultat ergeben. Die Eintheilung in trachytische und basaltische Andesite, ganz abgesehen vom Gehalt an Biotit, Hornblende oder Augit, halte ich dem Vorschlage Gümbel's[3]) gemäss für die den natürlichen Verhältnissen, sowie auch dem geologischen Verhalten am meisten Rechnung tragende.

Schliesslich ist noch das Gestein 52, ein Vitrophyrit, kurz zu schildern. Dasselbe ist bereits chemisch und mikroskopisch von Gümbel[4]) und von Lasaulx[5]) untersucht worden. Da dasselbe analog überhaupt allen Gesteinen eine wechselnde Zusammensetzung, wie aus den Analysen der beiden Forscher hervorgeht, besitzt, so will ich die mikroskopische Analyse des Handstückes, an dem meine chemischen Analysen ausgeführt worden sind, anführen.

Dunkelbraunschwarzes Gestein mit porphyrischem Glimmer, Hornblende und glasigem Feldspath. Unter dem Mikroskope: die Grundmasse ganz isotrop, farblos, aber durch eingelagerte

[1]) cf Lagorio, Andesite des Kaukasus. 1878, pag. 7.

[2]) N. J. Beilage-Bd. IV, 1885, pag. 195 ff.

[3]) Sitzungsber. d. Münchn. Akad. d. Wiss. 1881, pag. 366.

[4]) Sitzungsber. d. Münch. Akad. d. Wiss. 1876, pag. 288 u. 1879, pag. 36, Glas auch analysirt (Schwager).

[5]) Z. d. d. g. G. 1873, pag. 334.

Digitized by Google

kleinste Körnchen, Härchen und dunklere Schlacken, bei schwacher Vergrösserung graubräunlich mit ausgezeichneter Fluidalstructur (zum Theil mikrofelsitisch entglast). Plagioklas in abgerundeten Krystallen mit Glaseinschlüssen mikrotinartig, oft in viele Theile zersprengt, die Zwischenräume mit Basis erfüllt. Kein Orthoklas. Glimmer, in hexagonalen Blättchen, braun. Hornblende reichlicher als Glimmer, grünbraun, stark pleochroitisch. Ein Theil derselben ist umgewandelt, jedoch nicht magmatisch, sondern offenbar auf nassem Wege. Im Plagioklas und der Hornblende sind sehr spärlich chloritische Substanz, Magneteisen, sparsam Apatit. Das Gestein ist, trotz des glasigen Habitus, nicht mehr frisch. Plagioklas entspricht der Mischung $Ab_2 An_3$, doch nicht vollkommen. Quarz ist nicht vorhanden. Es ist sehr zweifelhaft, ob der ganze hohe H_2O-Gehalt primär ist. Auch hier ist eine Anreicherung von K_2O im Glase zu constatiren. Ausscheidungsfolge: Magneteisen, Glimmer, Hornblende, Plagioklas.

Berechnung der Molekularverhältnisse:

	40a (Gestein)	41a (Basis)	42a (Feldsp.)	43a (Gestein)	44a (Basis)
SiO_2	1·042	1·169	0·923	1·038	1·116
Al_2O_3	0·230	0·169	0·284	0·171	0·162
Fe_2O_3				0·04	0·022
CaO	0·086	0·045	0·162	0·075	0·050
MgO	0·025	0·013	—	0·030	0·041
K_2O	0·025	0·041	0·008	0·030	0·034
Na_2O	0·050	0·053	0·082	0·047	0·035
$K_2O : Na_2O$ =	1 : 2	1 : 1·3	1 : 10	1 : 1·56	1 : 1
$Na_2O : CaO$ =	1 : 1·7	1 : 1·1	1 : 2	1 : 1·6	1 : 1·4

	45a (Feldsp.)	46a (Gestein)	47a (Basis)	48a (Feldsp.)
SiO_2	0·852	0·962	1·084	0·899
Al_2O_3	0·303	0·180	0·173	0·269
Fe_2O_3		0·022	0·019	0·007
CaO	0·233	0·110	0·063	0·205
MgO	—	0·084	0·026	—
K_2O	0·006	0·027	0·044	0·008
Na_2O	0·058	0·058	0·057	0·072
$K_2O : Na_2O$ =	1 : 10	1 : 2·15	1 : 1·3	1 : 9
$Na_2O : CaO$ =	1 : 4	1 : 1·9	1 : 1·1	1 : 2·85

Digitized by Google

	49a (Gestein)	50a (Basis)	51a (Feldsp.)	52a (Gestein)	53a (Basis)	54a (Feldsp.)
SiO_2	0·946	0·987	0·884	1·045	1·156	0·867
Al_2O_3 . . .	0·200	0·209	0·282	0·150	0·139	0·297
Fe_2O_3 . . .	0·036	0·026	0·005	0·022	0·013	—
CaO	0·129	0·118	0·208	0·085	0·034	0·226
MgO	0·065	0·059	—	0·046	0·012	—
K_2O	0·026	0·031	0·013	0·015	0·023	0·005
Na_2O	0·060	0·059	0·073	0·060	0·061	0·055
H_2O	—	—	—	0·326	0·362	—
$K_2O : Na_2O =$	1 : 2·3	1 : 2	1 : 5·6	1 : 4	1 : 2·7	1 : 11
$Na_2O : CaO =$	1 : 2·1	1 : 2	1 : 2·85	1 : 1·4	1 : 0·56	1 : 4·1

Ueberall eine Zunahme von K_2O und eine Abnahme von CaO in der Basis dem Na_2O gegenüber.

55. Vitroandesit mesozoischen Alters (Mesoandesitpechstein) von Karadagh, Krym. Gestein.

56. Glasbasis aus 55.

57. Feldspath aus 55.

	55 (Gestein)	56 (Basis)	57 (Feldsp.)	Molekularverhältnisse 55a (Gestein)	56a (Basis)	57a (Feldsp.)
SiO_2 . . .	59·45[1])	63·85	51·98	0·990	1·064	0·866
Al_2O_3 . . .	18·08	11·74	30·02	0·177	0·115 }	0 304
Fe_2O_3 . .	5·30	8·69	1·03	0·033	0·054 }	
CaO . . .	6·15	3·53	12·99	0·108	0·063	0·231
MgO . . .	1·78	1·19	0·03	0·045	0·030	—
K_2O . . .	0·91	1·19	0·62	0·009	0·012	0·006
Na_2O . . .	3·46	3·00	3·56	0·055	0·048	0·057
H_2O . . .	5·31	6·20	0·22			
	100·44	99·39	100·45			
Spec. Gew.	2·6196	2·4485	2·7136			

	55a	56a	57a
$K_2O : Na_2O =$	1 : 6	1 : 4	1 : 9·5
$Na_2O : CaO =$	1 : 2	1 : 1·3	1 : 4

Ungefähr fünfzehn Kilometer südwestlich von Theodosia, zwischen dem Thale von Koktebel und dem Flüsschen Otuz, erhebt sich, höchst malerische und wild zerklüftete Formen bildend, unmittelbar und fast senkrecht aus dem Meere der isolirt stehende, circa 1700 Fuss hohe Karadagh. Es ist die östlichste, zugleich aber eine der mächtigsten Eruptionen, welcher er seine Entstehung verdankt. Der Berg wird aus oberjurassischen Kalken und porphyrischen, sehr mannigfachen Eruptivgesteinen zusammengesetzt, und zwar durch-

[1]) 1·03 Procent TiO_2 ist der SiO_2 zugerechnet.

Digitized by Google

brachen letztere die dichten marmorartigen Kalke und veränderten sie an den Contactstellen. Die Kalke, die den plateauartigen Kamm der ganzen Krymer Gebirgskette zusammensetzen, verdanken ihre Entstehung, wie dies Prof. Golowkinsky[1]), einer der besten Kenner der Geologie der Taurischen Halbinsel, nachwies, höchst wahrscheinlich der Thätigkeit riffbauender Korallen. Die massigen Gesteine haben ein postjurassisches, also kretaceisches Alter; es ist aber wahrscheinlich, dass sie etwas jünger sind als diejenigen bei Balaklava, am westlichen Ende der Gebirgskette, von denen eines bereits oben beschrieben wurde (Anal. 21). Die sehr verschiedenen und von den bekannten Vorkommnissen abweichenden mesozoischen Gesteine des Karadagh sollen Gegenstand einer besonderen Mittheilung werden, daher will ich hier von einer weiteren geologischen Schilderung dieses fast gänzlich unerforschten Gebietes Abstand nehmen. Das Gestein 55 tritt in dem oberen Theile einer tiefen Schlucht, wo die Contactstelle mit jurassischem Kalkstein durch Erosion blossgelegt ist, zu Tage. Es ist pechschwarz und fettglänzend, durch bis 4 Millimeter grosse wachsgelbe Mikrotine porphyrisch. Unter dem Mikroskope besteht es aus einer kaffeebraunen, sehr stark vorwiegenden Glasbasis. Dieselbe ist ganz isotrop, aber von Globuliten und winzigen Beloniten erfüllt, auch mikroskopische Magnetitkörnchen sind darin zerstreut. Die Basis hat eine ganz abweichende Structur von derjenigen der oben beschriebenen Neoandesite, weicht auch von der Glasbasis der Vitrophyrite ab. Höchst selten sind darin einzelne, winzige Feldspathleistchen. Der mikrotinartige Plagioklas ist in kurzen und dicken, wohlbegrenzten Krystallen zu Gruppen aggregirt, die manchmal centrisch struirt sind. Auslöschung —12° (*P*) und — 25° (*M*). Es ist ein Plagioklas der Mischung $Ab_1\ An_2$. Zonaler Bau, Auslöschung innen grösser als aussen; sie nimmt von aussen nach innen zuerst rasch, dann langsamer zu; wasserhell, gute Spaltbarkeit, frisch. Einschlüsse: Braunes Glas mit Bläschen, Magneteisen, Augit. Apatit oft zwischen den einzelnen Individuen der Gruppen. Die Glaseinschlüsse innen und randlich, auch zwischen den Zwillingslamellen von negativer Form der Wirthe. Orthoklas fehlt. Hellgrüner Augit; Pleochroismus schwach; Einschlüsse: Apatit, Magnet- und Titaneisen, Glas wenig. Einzelne Krystalle sehr gross, aber im

[1]) Zur Geologie der Krym. Untersuchungen in der Umgegend von Balaklava. Odessa 1883. (In russischer Sprache.)

Digitized by Google

Ganzen ist Augit sehr untergeordnet, noch weniger, wie der Glasbasis gegenüber, der sparsam vorhandene Plagioklas vertreten. Schwach ausgebildete perlitische Absonderung; infolge dessen ist das Gestein auf Bruchflächen höckerig. Magnet- und wenig Titaneisen in grossen Körnern hauptsächlich in der Nähe von Augit und auch von Feldspath. Ausscheidungsfolge: Apatit und Magnetit, Augit, Plagioklas. Vielleicht ist etwas Titanit vorhanden, doch nicht mit Sicherheit zu bestimmen. Die entsprechenden Krystallkörner schieden sich nach dem Magnetit und vor dem Augit aus. K_2O hat in der Basis zu-, CaO abgenommen. Auffallend ist die beträchtliche Zunahme des Eisens im Glase. Es ist wahrscheinlich, nach der Farbe der Basis zu schliessen, hauptsächlich als Oxydul vorhanden. An einer anderen Stelle ($^1/_4$ Kilometer entfernt) hat sich dasselbe Gestein (nicht analysirt) mehr krystallinisch ausgebildet; hier sind in der Grundmasse zahlreiche Plagioklasleisten und Augitmikrolithe ausgeschieden, die Basis ist um ein Geringes heller, sonst aber mikroskopisch ebenso beschaffen.

III. Gesteine von mittlerem SiO_2-Gehalt und alkalireich.

58. Brauner Obsidian aus Trachyttuff von Procida, Punta di Ricciola. Gestein.

59. Brauner Obsidian vom Vesuv, Lavaschlacke vom October 1822. Gestein.

60. Glas aus 59.

61. Schwarzer Obsidianporphyr, Cantal. Glas.

62. Feldspath aus 61.

	58 [1]) (Gestein)	59 (Gestein)	60 (Glas)	61 (Glas)	62 (Feldsp.)
SiO_2 . . .	60·76	59·92	62·12	60·46	63·60
Al_2O_3 . .	20·08	18·09	19·44	20·13	20·75
Fe_2O_3 . .	4·46	4·52	2·90	2·34	0·65
CaO . . .	2·07	2·19	1·09	3·83	2·40
MgO . . .	Spur	0·44	0·34	0·43	Spur
K_2O . . .	6·31	7·24	7·42	6·24	7·15
Na_2O . .	5·70	6·23	5·06	6·18	4·10
H_2O . . .	1·37 [2])	1·17	1·28	1·34	0·66
	100·75	99·80	99·65	100·95	99·31
Spec. Gew.	—	—	2·3188	—	2·5155

[1]) Dieses Gestein verdanke ich der Güte des Herrn Akad. J. Roth in Berlin.

[2]) Spuren organischer Substanz und Cl.

Digitized by Google

Alle drei Gesteine schmelzen sehr leicht, schon über einem Bunsen'schen Brenner.

Das Gestein von Procida (58) ist schwarzbraun, fettglänzend, mit helleren unregelmässigen Partien und weissen sehr sparsam eingesprengten glasigen Feldspathen. Unter dem Mikroskope ist die Glasbasis dunkelbraun, isotrop; darin spärlich opake Körnchen, kurze Krystallitnadeln und etwas hellere, verworren filzige, stellenweise sich häufende und schwache Aggregatpolarisation zeigende Sphärolithe; um diese eine Entfärbung des braunen Glases. Mikroporphyrisch: Plagioklas schön gestreift, in $^1/_2$ Quadratzoll grossen Schliffen nur 3 bis 4 Durchschnitte. Auslöschung entspricht ungefähr $Ab_3\,An_2$. Kein Sanidin. Augit hell gelbgrünlich noch seltener wie Plagioklas, aber in wohlausgebildeten Krystallen. Wegen Mangels an Material konnte der Feldspath nicht analysirt werden.

Die Obsidianlava 59, äusserlich ganz ebenso beschaffen, wie das vorhergehende Gestein; es wechseln aber dunkle braunschwarze Partien mit helleren steinigen lagenweise ab. Porphyrisch: weisse, glasige langleistenförmige Feldspathe. Unter dem Mikroskop die braunen Partien ganz isotropes Glas, mit spärlichen opaken Körnchen, langgezogenen, ziemlich grossen leeren Poren. Die steinigen Partien bestehen aus gehäuften Sphärolithen von dunklerer, rothgelber Farbe; sie sind aus Globulitenschnüren radialfaserig aufgebaut, zeigen ein sehr schwaches, mit den Nicolhauptschnitten nicht zusammenfallendes Interferenzkreuz und setzen scharf gegen die Glasmasse ab. Mittlere Grösse 0·08 Millimeter. Wo sie zu lagenartigen Haufen zusammentreten, da werden sie gegen das Innere dieser Haufen dunkler. Hier in den dunkleren, inneren Partien dieser Haufen haben sich lange und sehr schmale Plagioklasleisten (bis 0·1 Millimeter lang und 0·01 Millimeter breit) ausgeschieden, die im Glase sich nirgends finden. Je dunkler die Masse, desto mehr Leistchen, die nach allen Seiten durcheinander liegen, treten auf. Es lässt sich aus den mikroskopischen Verhältnissen unzweifelhaft nachweisen, dass die Plagioklasmikrolithe sich aus der Sphärolithmasse gebildet haben, und nicht umgekehrt, wie es gewöhnlich zu sein pflegt, wobei die sphärischen Gebilde um die Feldspathe [1]) herum sich lagerten. Dagegen sind sie später als die grossen, porphyrischen, sehr spärlichen Feldspathe entstanden, denn diese werden zum Theil

[1]) Nicht zu verwechseln mit den porphyrischen.

Digitized by Google

von Sphärolithenschwärmen umgeben, zum Theil liegen sie im reinen Glase, und zwar so, dass oft nur an einem Ende Sphärolithanlagerungen vorhanden sind, während das andere frei in die Glasbasis hineinragt. Zwischen den spiessigen Plagioklasmikrolithen in den Sphärolithschichten, wo erstere sich häufen, liegen äusserst schwach doppelbrechende, fast isotrope, farblose, kreisförmige Durchschnitte (im Mittel 0·05 Millimeter messend), die in dickeren Schliffen als kugelige Gebilde sich zu erkennen geben. Sie lösen sich in Salzsäure ohne zu gelatiniren und geben starke K_2O-Reaction, während die Basis um die Sphärolithe von Säure fast gar nicht angegriffen wird. Randlich parallel der Umgrenzung sieht man in den grösseren Globulitenkränze, oft in der Mitte opake Körnchen. Es sind winzige Leucite, die sich nach der Ausscheidung der Plagioklasleistchen ausgeschieden haben, was daraus zu ersehen ist, dass die Leucite nur dort zwischen den Plagioklasen auftreten, wo diese sich häufen und zahlreich sind, während die ersteren ohne Leucit auch näher zur Peripherie der Sphärolithhaufen, wenn auch spärlicher, zerstreut auftreten. Hin und wieder erscheinen in den Leuciten und Plagioklasen und zwischen ihnen lebhaft polarisirende kurze, sehr kleine Mikrolithe (Augit?). Sie nehmen an Zahl dort zu, wo die anderen zunehmen und werden von opaken Körnchen begleitet. Auslöschungsschiefe der Plagioklasmikrolithe nach sehr vielen Messungen von $+2^0$ bis $+5^0$, also wahrscheinlich ein sauerer Oligoklas ($Ab_3 An_1$ — $Ab_2 An_1$). Der porphyrische Feldpath ist ein Plagioklas (zu einer Analyse war zu wenig vorhanden), nach der Auslöschung ein dem Andesin nahestehender Labradorit in langer Leistenform. Er ist sehr spärlich vertreten, noch weniger langprismatischer, hell bläulichgrüner, porphyrischer Augit. Ausscheidungsfolge: Magnetit, Augit, Plagioklas[1]), Sphärolithe der Glasbasis; darin Magnetit, Augitmikrolithe (?), Plagioklas, Leucit, als Rest braune gekörnelte Glasbasis; Sanidin ist im Gestein nicht vorhanden.

Obsidian 61 ist im Handstück pechschwarz, mit bis 5 Millimeter grossen Feldspathen von eigenthümlichem, glasigem und sprüngigem Aussehen. Das Glas besitzt einen bläulichen, metallischen Schiller,

[1]) Es ist in solchen Gesteinen wie die drei in Rede stehenden, mit sehr viel Glas und äusserst wenig porphyrischen Ausscheidungen von Plagioklas und Augit, oft gar nicht zu entscheiden, welches Mineral zuerst zur Ausscheidung kam. Vielleicht beide zugleich, doch ist die oben angeführte Reihenfolge nach Analogie mit allen alkalihaltigen Gesteinen die wahrscheinlichste.

Digitized by Google

wie angelaufener Hämatit. Unter dem Mikroskope ist es braun isotrop und fast vollständig einschlussfrei (wenig Plagioklasmikrolithe), homogen, nur von unregelmässigen Luftporen erfüllt. Feldspath sehr zurücktretend, glasig ohne Einschlüsse. Es ist ein Sanidin, dessen innerer Theil von sehr feinen gitterförmig sich kreuzenden Lamellen und feinen Fasern parallel der Verticalaxe, ganz wie beim Mikroklin, erfüllt ist.[1]) Der Rand ist frei davon und die Krystalle haben sonst sowohl Spaltbarkeit, wie auch optische Eigenschaften des Sanidins. Einschlüsse sind darin sehr spärlich: Apatit und Dampfporen. Mikroporphyrisch noch Biotit und Augit, beide sehr selten. Plagioklas porphyrisch, spärlich. Ausscheidungsfolge: Magneteisen, Glimmer, Augit, Plagioklas, Mikroklin-Sanidin. Ich will nicht unterlassen anzuführen, dass der analysirte Feldspath 62 frei von Plagioklas war. Letzterer ist viel schwerer (Spec. Gew. = 2·69[2]) und war daher ganz leicht von dem leichteren Feldspath 62 mit dem auffallend niedrigen specif. Gew. = 2·5155 zu trennen. Vorher wurden beide Feldspathe vom Glase mit einem ausserordentlich starken Elektromagneten gereinigt, so dass das Pulver schneeweiss war und unter dem Mikroskop keine Spur von anhaftendem Glas vorhanden war. Zur Analyse und zur Bestimmung des specifischen Gewichtes ist eine genügende Quantität verwendet worden. Das auffallende Resultat der Analyse (hoher CaO-Gehalt) veranlasste mich, eine Controlbestimmung der Alkalien und des CaO am Material, das mit der Pincette ausgesucht war (die Plagioklase sind nicht über 0·5 Millimeter gross, daher leicht zu unterscheiden, Verwachsungen mit Sanidin kommen nicht vor), zu machen. Dieselbe ergab aber sehr übereinstimmende Zahlen, z. B. CaO = 2·35 Procent.

Berechnung der Molekularverhältnisse:

	58a (Gestein)	59a (Gestein)	60a (Glas)	61a (Glas)	62a (Feldsp.)
SiO_2 . . .	1·012	1·099	1·038	1·007	1·060
Al_2O_3 . .	0·197	0·177	0·190	0·197	0·209
Fe_2O_3 . .	0·028	0·028	0·018	0·015	
CaO . . .	0·036	0·039	0·019	0·068	0·042
MgO . .	—	0·011	0·009	0·010	—
K_2O . . .	0·067	0·076	0·078	0·066	0·076
Na_2O . .	0·091	0·100	0·081	0·099	0·066
$K_2O : Na_2O$ =	1 : 1·36	1 : 1·32	1 : 1·04	1 : 1·5	1 : 0·868
$Na_2O : CaO$ =	1 : 0·40	1 : 0·40	1 : 0·23	1 : 1·5	1 : 0·636

[1]) cf. Mügge, Gesteine der Azoren. N. J. 1883, II, pag. 204.

[2]) Mit Quecksilber-Kaliumjodidlösung.

Digitized by Google

In dem Glase wieder eine Zunahme von K_2O dem Na_2O gegenüber zu constatiren. Analysen 61 und 62 sind besonders interessant. Trotzdem viel K_2O im Gestein vorhanden, hat sich kein reiner Sanidin abgeschieden, sondern die Ausscheidung begann mit einem Gemenge von Oligoklas ($Ab_3\,An_1$) und Sanidin in mikroklinartiger Verwachsung; erst als um dieses Gemenge die Basis Na-ärmer geworden war, schied sich randlich um dasselbe reine Sanidinsubstanz ab. Dieses spricht dafür, dass die weiter oben geäusserte Vermuthung, Sanidin scheidet sich erst dann aus, wenn das Verhältnis $K_2O:Na_2O$ mindestens 2:1 beträgt, richtig sei.

IV. Gesteine mit niedrigem SiO_2-Gehalt und alkaliarm.

63. Vitrobasalt von Schwarzenfels, Rhön. Gestein.

64. Glasbasis aus 63.

65. Dolerit. Plateau de la Croix-Morand, Mont-Dore. Gestein.

66. Basis aus 65.

67. Limburgit vom Kaiserstuhl. Gestein.

68. Glasbasis aus 67.

	63[1] (Gestein)	64 (Glas)	65[2] (Gestein)	66 (Glas)	67[3] (Gestein)	68 (Glas)
SiO_2	52·87	52·68	44·27	44·87	40·48	40·64
Al_2O_3	16·36	18·28	29·82	33·35	8·93	34·78
Fe_2O_3	10·87	9·43			20·05	
CaO	7·94	8·04	11·69	6·51	13·03	7·25
MgO	5·23	4·68	5·83	2·50	11·12	5·15
K_2O	0·96	1·15	1·94	3·78	1·26	3·50
Na_2O	3·64	3·86	3·29	5·18	2·05	3·04
H_2O	1·22	1·02	2·51	3·12	3·37	5·17
	99·09	99·14	99·35	99·31	100·29	99·53
Spec. Gew.	2·7931	2·7730	2·8611	—	2·9310	—

69. Metallisches Eisen führender Mesobasalt von Rowno[4]), Wolynien. Gestein.

[1]) cf. Möhl, N. J. 1874, pag. 906 und Sandberger, ibid. 1878, pag. 24.

[2]) cf. v. Lasaulx, N. J. 1872, pag. 361. Im Gestein TiO_2.

[3]) cf. Rosenbusch, N. J. 1872, pag. 54.

[4]) Analysen 69—72 sind von Herrn S. Pfaffius in meinem Laboratorium ausgeführt.

Digitized by Google

70. Augit aus 69.
71. Plagioklas aus 69.
72. Glasbasis aus 69.

	69 (Gestein)	70 (Augit)	71 (Feldsp.)	72 (Glasbasis)
SiO_2	49·10 [1])	(53·69)	(51·84)	(42·77)
TiO_2	1·96	—	—	—
Fe_2O_3	3·46	8·84 [2])	1·50	12·58
FeO	8·62			
Al_2O_3	19·84	16·93	26·89	26·50
CaO	8·95	13·21	10·81	9·34
MgO	2·51	1·12	0·63	2·78
K_2O	0·53	1·07	1·12	1·60
Na_2O	2·92	4·02	5·34	3·22
P_2O_5	0·21	—	—	—
Glühverlust	2·34	1·12	1·88	1·21
	100·45	100	100	100
Spec. Gew. [3])	2·9265	2·9278	2·6120	2·8831

Das Gestein von Schwarzenfels ist schwarz, pechglänzend. Doch sind die verschiedenen Handstücke sehr verschieden, wie die mikroskopische Untersuchung beweist; manche glasig, andere fast krystallin entwickelt, wieder andere haben nur an der Oberfläche eine halbzolldicke glasige Rinde, sind dagegen mehr im Innern krystallin mit einer spärlichen Glasbasis. Die Untersuchungen wurden an einem Handstück letzterer Art, wahrscheinlich einer Bombe, ausgeführt. Das Gestein wurde schon von Möhl beschrieben und analysirt. [4]) Unter dem Mikroskop eine überwiegende, ganz isotrope Glasmasse ohne jegliche mikrolithische oder krystallitische Ausscheidungen, im Dünnschliff bräunlich. Darin liegen porphyrische, schön begrenzte, leistenförmige Plagioklase, nach der Auslöschungsschiefe und dem spec. Gew. = 2·680 [5]) dem Andesin nahestehende Oligoklase; manchmal ist isomorphe Schichtung zu beobachten. Sanidin ist in meinen Präparaten nicht zu bemerken.

---

[1]) 0·04 Procent *Fe*.

[2]) *FeO*; in 71 u. 72 Fe_2O_3.

[3]) Bei 21·5° C.

[4]) Siehe oben l. c.

[5]) Sämmtliche Feldspathkörnchen, die es gelang rein zu isoliren, hatten gleiches spec. Gew. in der $KJ + HgJ_2$-Lösung.

Digitized by Google

Wahrscheinlich hat Möhl, welcher Sanidin angibt, die ungestreiften Durchschnitte dafür gehalten. Es ist überhaupt sehr zu bezweifeln, ob die häufigen Angaben über das Vorkommen des Sanidins in den Basalten und analogen Gesteinen richtig sind; auf die häufige früher stattgehabte Verwechslung mit Plagioklasen hat Rosenbusch wiederholt hinzuweisen Veranlassung genommen. Die Abwesenheit der Zwillingsstreifung der Durchschnitte und ein verhältnismässig hoher K_2O-Gehalt der Bauschanalyse waren die Kriterien, auf welche die Diagnose sich hauptsächlich stützte. Es braucht sich kein Sanidin auszuscheiden, da das K_2O sich stets im Glase anreichert, es sei denn in zweiter Generation in der Grundmasse, was aber bei Abwesenheit porphyrischer Sanidine in demselben Gestein wohl sehr selten vorkommen mag. Mir sind solche Beispiele nicht bekannt. Die Verwechslung ist namentlich dann leicht, wenn ein Plagioklas, wie z. B. $Ab_2 An_1$, vorliegt. Ausserdem sind noch ausgeschieden: hellgelblicher Augit und ebensolcher reichlicher Olivin. Als merkwürdig mag das gänzliche Fehlen einer Ausscheidung der Oxyde des Eisens, in Magneteisenform oder sonst irgendwie, erwähnt werden. Ausscheidungsfolge: Olivin, Augit, Plagioklas. Nach der chemischen Analyse (63 u. 64) ist die Zusammensetzung des Glases und des Gesteins fast dieselbe. Sowohl SiO_2- als auch Na_2O-Gehalt sind beinahe gleich. Auch das specifische Gewicht des Glases ist dementsprechend ein sehr hohes. Wäre das Gestein weiter krystallisirt, so hätten sich wahrscheinlich dieselben Minerale in zweiter Generation gebildet, oder dieselben wären noch eine Zeit lang isomorph weitergewachsen. Im Glase hat wieder eine Anreicherung von K_2O stattgefunden. Um sicher zu sein, wurde die Alkalibestimmung dreimal wiederholt und ergab immer dasselbe Resultat, abgesehen von geringen Schwankungen, die in den analytischen Fehlern ihren Grund haben. Die niedrigste Zahl für K_2O, die gefunden wurde, war 1·09 Procent. Die geringe Abweichung im Wassergehalt der Analysen 63 u. 64 erklärt sich daraus, dass die Proben lufttrocken analysirt wurden; er muss wahrscheinlich ganz gleich sein.[1])

[1]) Wasserhaltige Gesteine, namentlich aber solche Gläser, vor der Analyse als Pulver zu trocknen, ist nicht gut zulässig. Die Pechsteine und andere wasserreichen Silicate verlieren schon bei geringer Temperatursteigerung und beim Stehen über Schwefelsäure im Exsiccator einen beträchtlichen Theil ihres H_2O, welches allerdings später wieder, wenn auch nicht immer vollständig, aufgenommen wird.

Digitized by Google

Gestein 65 von der Croix-Morand ist bereits von v. Lasaulx[1]) ausführlich beschrieben worden, daher kann ich mir die Schilderung desselben ersparen. Nur sei erwähnt, dass das mir vorliegende keine CO_2 aufweist und, nach der Beschreibung zu urtheilen, frischer ist als jenes. Sämmtliche Minerale sind ohne Spuren von Zersetzung. Ebenso ist die isotrope Basis reichlicher, wie es scheint, vorhanden, und weniger von gestrickten Krystalliten erfüllt. Sie sind undurchsichtig und keine Augitkrystallite, wie v. Lasaulx meint[2]), sondern gestricktes Titaneisen, wie es überaus häufig in gewissen Basalten vorkommt. Ausscheidungsfolge: Magneteisen und Apatit, Olivin, Augit, Plagioklas (nach der Auslöschungsschiefe ein Bytownit), Titaneisenmikrolithe der Glasbasis. Die Glasbasis ist wieder kaum saurer (cf. Anal. 66), aber H_2O-reicher; beträchtliche Zunahme weisen die Alkalien auf, besonders K_2O, aber auch Na_2O.

Limburgit 67 ist das bekannte, in Drusen zeolithführende Gestein von Saspach, welches Rosenbusch zum Gegenstande eingehender Untersuchung gemacht hat. Die mikroskopische Beschreibung[3]) passt vollständig auf das von mir analysirte, und sowohl die einzelnen Minerale, als auch die Glasbasis (gelbroth, tief gefärbt) haben dieselbe Mikrostructur. Ausscheidungsfolge: Magnetit, Hyalosiderit, Augit, Mikrolithe der Basis. Meine Analyse[4]) weist einen geringeren SiO_2- und H_2O-Gehalt, dafür aber einen etwas höheren MgO-Gehalt auf. Dies rührt wohl von einer etwas grösseren Menge Olivin her, womit auch das höhere spec. Gew. = 2·931 gegen 2·829, welches Rosenbusch erhielt, gut zusammenstimmt. Bauschanalyse 67 und Analyse der Glasbasis 68 sind an Portionen aus einem Pulver, wie überall, so auch hier, angestellt worden. Die Basis ist wasserreicher und besonders reich an Alkalien dem Gesammtgestein gegenüber. Sie ist aber auch basisch, wie es das ganze Magma war. K_2O hat sich in der Basis stark angereichert, mehr wie das Na_2O, wenn man das Verhältnis der beiden Alkalien in der Bauschanalyse in Betracht zieht, und zwar deshalb, weil ein Theil des letzteren bereits früher bei der Ausscheidung der Augite zum Aufbau derselben mit

[1]) N. J. 1872, pag. 358 ff.
[2]) Ibid., pag. 360.
[3]) N. J. 1872, pag. 57 ff. u. 135.
[4]) Vergl. die Analyse Rosenbusch's l. c., pag. 54.

Digitized by Google

herangezogen wurde, wie das ja auch die Analysen von Keerl und Pfeiffer[1]) beweisen, ebenso wie die Tobler'sche Analyse. Es ist wahrscheinlich, dass die Basis deshalb keinen Feldspath enthält, weil das Residuum nach Ausscheidung der porphyrischen Gemengtheile, des Augits und Hyalosiderits, basisch blieb; zur Ausscheidung des Feldspathes gehört aber ein gewisser SiO_2-Gehalt. Wäre viel Olivin und Magneteisen in der Basis später ausgeschieden worden, so hätte dieselbe die Bedingungen für die Ausscheidung des Feldspathes besessen.

Mesobasalt von Rowno (Melaphyr) 69. Etwa 30 Kilometer nordöstlich von der Stadt Rowno im Gouvernement Wolynien tritt auf einer Strecke von circa 10 Kilometern ein schwarzes, prismatisch abgesondertes Gestein zu Tage, welches insofern von Interesse ist, als es das einzige Vorkommnis dieser Art auf der grossen Ebene zwischen Ural und den Galizischen Vorbergen der Karpathen ist und eine ganz isolirte Erscheinung bildet. Oestlich davon beginnt die grosse südrussische Granittafel, welche sich von Wolynien und dem Dnjestr bis zum Don hinzieht. Das Gestein tritt im Gebiete sedimentärer Schichten auf, dabei ist es älter als obere Kreide, von der es überlagert wird. Es ist wahrscheinlich der letzte Ausläufer des grossen Zuges mesozoischer Eruptionen, welcher sich in westlicher Richtung über Biala in Galizien, am Nordrande der Karpathen, bis nach Mähren hinein hinzieht und der in Oberschlesien durch „Teschenite" und Pikrite charakterisirt wird. Doch ist zwischen dem Rownoschen Durchbruch und dem galizischen eine beträchtliche Lücke.

Karpinsky[2]) hat bereits früher dieses Gestein untersucht und darin metallisches Eisen gefunden. Dasselbe ist im hiesigen mineralogischen Institut von H. Pfaffius einer erneuerten Untersuchung unterworfen worden und hat derselbe die Entdeckung Karpinsky's nur bestätigen können. Unter dem Mikroskop besteht das Gestein aus einem mittelkörnigen Gemenge von Plagioklas, Augit, Magneteisen, spärlichen zersetzten Olivinen und einer Glasbasis.

---

[1]) Rosenbusch, l. c., pag. 46. cf. auch Merian, Studien an gesteinsbildenden Pyroxenen. Diss. 1884.

[2]) Wissenschaftlich-histor. Sammlung. Herausg. zum 100j. Jubiläum des Berg-Institutes in St. Petersburg. 1873 (in russ. Sprache).

Digitized by Google

Unregelmässig im Gestein vertheilt ist metallisches Eisen in winzigen Körnchen, mit Kupfervitriollösung im Dünnschliff leicht nachweisbar. Karpinsky wies 0·64 Procent *Fe* nach, Pfaffius erhielt nach den Andrews'schen[1]) und Pilitz'schen Methoden identische Zahlen, aber weit weniger wie Karpinsky, nämlich nur 0·04 Procent *Fe*. Um Irrthümern vorzubeugen, wurde eine grössere Portion (einmal 3·7160 Gramm, ein anderes Mal 3·9882 Gramm) im Achatmörser unter Anwendung aller Vorsichtsmassregeln fein gepulvert und dann die Bestimmung nach den obgenannten Methoden vorgenommen. Ob Nickel und Kobalt im Eisen enthalten ist, soll später untersucht werden.

Das Gestein besitzt unter dem Mikroskop die „structure ophitique" der französischen Petrographen. Die Plagioklase sind leistenförmig, mikrotinartig mit Glas- und Magneteiseneinschlüssen. Sie stossen zu Gruppen zusammen und besitzen eine Auslöschungsschiefe von 7—10° (*P*) und 20—23° (*M*); nach der Analyse wäre es ein Andesin. Die Feldspathkrystalle sind manchmal zerbrochen. Zwischen den Plagioklaskrystallen hat sich Augit in Körnern von gelblicher Farbe ausgeschieden (Anal. 70), er ist an der Spaltbarkeit leicht kenntlich. Auslöschung ungefähr 40° gegen die Spaltrisse. Zur Analyse wurde er nach der Lemberg'schen[2]) Methode isolirt.

Magneteisen in Krystallen und Körnern sehr stark vertreten, namentlich in der Basis. Nach Entfernung desselben mittelst Salzsäure bleibt im Schliff noch Titaneisen zurück (1·96 Procent TiO_2 im Gestein). Der Olivin ist zerstört und in serpentinartige, vielleicht Chlorophaeit-Substanz umgewandelt. Apatit in kleinen Nadeln. Die Basis ist isotrop, farblos bis grau und von Magnetit durchspickt. Der niedrige SiO_2-Gehalt (Analyse 72) erklärt sich durch den Gehalt an letzterem. In der That, zieht man das Fe_3O_4 ($= Fe_2O_3 + FeO$) ab, so erhält man ein Glas, welches ebensoviel SiO_2 enthält, wie das Gesammtgestein (48·9 Procent SiO_2), analog der Zusammensetzung des Glases der basischen Gesteine,

[1]) Wird das Eisen nach der Methode von Andrews mit Kupfervitriollösung bestimmt, so ist es nothwendig, das Gesteinspulver, welches der Einwirkung desselben unterworfen wurde, sehr lange mit schwefelsäurehaltigem Wasser auszuwaschen; geschieht dieses nicht und wird mit reinem destillirtem Wasser gewaschen, so hält das Filter und Pulver einen Theil des Kupfervitriols hartnäckig zurück und man erhält ein zu hohes Resultat.

[2]) Lemberg, Z. d. d. g. G. 1883, pag. 560.

Digitized by Google

welches kaum saurer ist als die Gesteine, welche dasselbe enthalten. Der höhere H_2O-Gehalt in 69 erklärt sich daraus, dass das Gestein nicht mehr frisch ist, wie die umgewandelten Olivine beweisen. Die Basis ist K_2O-reicher als in 69. Ausscheidungsfolge: Apatit, Titan- und Magneteisen, Olivin, Augit, Plagioklas.

Molekularverhältnisse:

	63a (Gestein)	64a (Glas)	65a (Gestein)	66a (Glas)	67a (Gestein)	68a (Glas)	69a (Gestein)	72a (Glas)
SiO_2	0·881	0·878	0·738	0·748	0·675	0·677	0·819	0·701
Al_2O_3	0·161	0·180	0·292	0·327	0·087	—	0·195	0·259
Fe_2O_3	0·068	0·059			0·125	—	0·022[1])	0·078
CaO	0·142	0·143	0·209	0·116	0·233	0·129	0·160	0·167
MgO	0·131	0·117	0·146	0·063	0·278	0·129	0·062	0·069
K_2O	0·010	0·012	0·021	0·040	0·013	0·037	0·005	0·017
Na_2O	0·059	0·062	0·053	0·083	0·033	0·049	0·047	0·052
H_2O	0·068	0·057	0·140	0·173	0·187	0·287	0·130	0·070
$K_2O : Na_2O$ =	1 : 6	1 : 5·2	1 : 2·5	1 : 2	1 : 2·5	1 : 1·3	1 : 9	1 : 3
$Na_2O : CaO$ =	1 : 2·4	1 : 2·3	1 : 4	1 : 1·4	1 : 7	1 : 2·6	1 : 3·4	1 : 3·2
$K_2O : MgO$ =	1 : 13	1 : 10	1 : 7	1 : 1·6	1 : 18	1 : 3·5	1 : 12	1 : 4

	70a (Augit)	71a (Feldspath)
SiO_2	0·895	0·864
Al_2O_3	0·166	0·264
FeO	0·123	—
Fe_2O_3	—	0·009
CaO	0·236	0·193
MgO	0·028	0·016
K_2O	0·011	0·012
Na_2O	0·065	0·086

	70a	71a
$K_2O : Na_2O$	1 : 6	1 : 7
$Na_2O : CaO$	1 : 3·6	1 : 2·24
$K_2O : MgO$	1 : 2·5	1 : 1·3

Zum Schlusse sei hier noch eine Untersuchung der Glasbasis einer Leucitlava vom Vesuv mitgetheilt. Es ist leider das einzige Gestein dieser Familie, welches mir vorlag und die Isolirung des Glases gestattete. Zur Untersuchung der glashaltigen Nephelingesteine mangelte mir das Material vollständig.

V. Kieselsäure-armes und alkalireiches Gestein.

73. Lava vom Vesuv (ohne nähere Angabe). Gestein.
74. Glasbasis aus 73.

---

[1]) und 0·120 FeO.

Digitized by Google

	73[1]) (Gestein)	74 (Glas)	Molekelberechnung: 73a (Gestein)	74a (Glas)
SiO_2	47·25	51·92	0·787	0·865
Al_2O_3	18·17	18·50	0·178	0·181
Fe_2O_3	9·23	7·34	0·058	0·047
CaO	8·65	4·32	0·154	0·077
MgO	3·74	2·68	0·093	0·067
K_2O	7·15	7·17	0·076	0·076
Na_2O	3·93	6 83	0 063	0·110
Glühverl.	0·94[2])	0·69	0·052	0·038
	99 06	99·45		
Spec. Gew.	2·7231	2·5886		

Das Gestein ist dunkelgrau, dicht, wenig porös. Darin liegen makroskopisch sichtbare schwarzbraune Glaspartien oder Körner. Es sind aber keine Schmelzpartien, wie sie durch Blitzschläge in vulcanischen Gesteinen häufig erzeugt werden und wohl davon zu unterscheiden.[3]) Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass es echte Basis ist, die in Brocken zwischen den krystallinen Gemengtheilen auftritt und sie auch zusammenhängend umgibt. Ihre Vertheilung unterscheidet sich wohl von den röhrenförmigen und unregelmässig vertheilten, es sei der Ausdruck gestattet, Mikrofulguriten. Unter dem Mikroskope viel Leucit in abgerundeten, grossen und kleinen Krystallen. Schöne Lamellarpolarisation. Einschlüsse: Grosse unregelmässig gestaltete, lappige Glasbrocken von brauner Farbe mit der Basis identisch, in diesen kleine vollständig ausgebildete Ikositetraëder von Leucit und Magneteisenoktaëder, auch Augitmikrolithe. Diese Minerale sind aber nur in den grossen Glaseinschlüssen vorhanden. Ausserdem als Einschlüsse Plagioklase,

[1]) Das Gestein ähnelt am meisten den von Haugton unter „Piano del Ginestre 1820 und 1822“ beschriebenen. Trans. R. J. Akad. 26 (1876), 101, 105. Das Handstück ist in den Dreissiger-Jahren erworben.

[2]) Cl, TiO_2 in Spuren.

[3]) cf. auch A. Wichmann, Z. d. d. g. G. 1883, 35, pag. 849 ff. Es ist durchaus ein Irrthum von Wichmann, wenn er meint, ich hätte in einer früheren Arbeit (Andesite des Kaukasus, 1878, pag. 31) Zersetzungserscheinungen mit Blitzschmelzung verwechselt. Es liegt dort wasserhaltiger Opal vor und dass „die Augite und Plagioklase quasi darin schmelzen“ ist nur bildlich gemeint, mit Bezug auf den mikroskopischen Befund und nicht auf den chemischen Vorgang. Dass Opalsubstanz Silicate häufig verdrängt, ist eine bekannte Thatsache, die an Andesiten, Trachyten häufig beobachtet wurde· auch der Pelikanit ist ein Beweis dafür.

Digitized by Google

wenn auch selten, ebenso Olivin, der äusserst spärlich im Gestein auftritt; letzterer farblos; weiter kleine farblose Nadeln und Dampfporen zonal, randlich, während die Glasbrocken den inneren Theil der Krystalle einnehmen. Grosse Augite porphyrisch, rissig, von gelblichgrüner Farbe in schönen Krystallen (Auslöschung ca. 32°); die kleineren von einem grauen, globulitischen Staube erfüllt, die grösseren nur randlich. Polarisationsfarben sehr lebhaft; Magneteisen und Glas als Einschlüsse. Plagioklas in Leisten, fein gerieft, mit grossem Auslöschungswinkel (circa 17° auf *P*), fast frei von Einschlüssen. Magnetit ist reichlich in Oktaëdern vorhanden, besonders häuft er sich dort, wo die krystallinen Gemengtheile sich aneinanderdrängen, die braune Glasbasis, wo sie in grösseren, zusammenhängenden Partien auftritt, ist ziemlich frei davon. Die Glasbasis ist braun (etwa wie Biotit), ganz isotrop, arm an Ausscheidungen.

Sie umgibt alle übrigen Gemengtheile und füllt die Lücken zwischen ihnen aus, bildet auch grössere Partien (mikroskopisch). Sie bildet ungefähr ein Viertel des ganzen Gesteines. In derselben liegen ausgeschieden, besonders dort, wo die porphyrischen Leucite (bis zu 2 Millimeter gross) gedrängter auftreten, kleine (meist bis 0·1 Millimeter), rundum ausgebildete Ikositetraëder von Leucit[1], einschlussfrei; Magneteisenoktaëder und tiefgelbe, langprismatische, wohlausgebildete Krystalle von Augit (Spaltbarkeit ca. 86°), welche auch als stengelige Mikrolithe verbreitet sind. Sie haben geringere Auslöschungsschiefe als die porphyrischen Augite (15—20°). Das mikroskopische Bild bringt den Eindruck hervor, als ob mitten in der regsten Krystallisationsthätigkeit eine plötzliche Unterbrechung erfolgt sei. Zur Analyse des Glases (74) wurde das Material, nachdem dasselbe mit dem Elektromagneten von den Augiten und dem Magnetit gereinigt war, mit der Nadel unter der Lupe ausgesucht und später noch in schwerer Flüssigkeit von etwaigen Verunreinigungen getrennt. Anders liess sich ganz reine Glasbasis nicht gewinnen. Das zur Analyse Verwandte war frei von allen Beimengungen und bestand aus glänzenden Glaskörnchen von gleichem specifischem Gewicht. Ausscheidungsfolge: Magnetit und Apatit, Olivin, Augit, Plagioklas, Leucit; in der Glasbasis: Magnetit (?), gelber Augit, Leucit.

---

[1]) cf. Cohen, Samml. v. Mikrophotogr. 1883, Taf. LXIX, Fig. 2.

Digitized by Google

Nephelin ist nicht vorhanden. Aus dem Vergleich der Analysen 73 und 74 ersieht man, dass der noch geschmolzene Theil des Magma, aus welchem der Leucit krystallisirte, sehr K_2O-reich gewesen sein muss; denn zieht man das vorher Auskrystallisirte, nämlich Augit, Plagioklas, Magnetit und Olivin, ab, so bleibt ein sehr alkali- und namentlich K_2O-reiches Magma zurück. Es ist wahrscheinlich, dass beide Augite, namentlich derjenige in der Grundmasse, in grösserer Menge die Natronmolekel des Pyroxens enthalten. In der Basis erscheinen die kleinen Leucite dort, wo sich in derselben bereits vorher Augit in zweiter Generation ausgeschieden hat, wo das Magma also kalireicher geworden war. Das schliesslich übriggebliebene, als Glas erstarrte Residuum (Anal. 74) hat schwache Tendenz zum krystallisiren, wie überhaupt sehr alkalireiche (beide Alkalien enthaltende), an CaO, MgO und SiO_2 arme Magmen.[1]) Wäre das Gestein von Anfang an reicher an Natron gewesen, oder wäre eine solche Anreicherung des letzteren zu irgend einem Zeitpunkt vor Verfestigung in dem noch geschmolzenen Theil eingetreten, so ist es wahrscheinlich, dass Nephelin auskrystallisirt wäre.

Dass die Natronsilicate den Kalisilicaten gegenüber beim Aufbau krystallisirter Verbindungen die bevorzugteren sind, ergibt sich auch aus dem Umstande, dass, wo Nephelin in den Gesteinen auftritt, er stets älter ist, als die ortho- und plagioklastischen Feldspathe. Massenwirkungen sind auch hier entscheidend, d. h. wenn grösserer Ueberschuss der einen oder der anderen Verbindung vorhanden ist; im Uebrigen haben auch im basischen Magma die Natronverbindungen eine grössere Tendenz zu krystallisiren, als die entsprechenden Kaliverbindungen. Eisen, Magnesia und Kalk haben diese Tendenz noch in höherem Masse behalten, wie im saueren Magma und in einem solchen von mittlerem SiO_2-Gehalt. Ist Kalk allein oder mit sehr wenig MgO und K_2O im Magma vorhanden, so kann der Gehalt ein recht beträchtlicher sein, ohne dass eine starke Sättigung eintritt, und damit die Tendenz zur Krystallausscheidung. Diese Frage soll weiter unten einer eingehenderen Betrachtung unterzogen werden.

[1]) Man vergleiche Analysen 58—60.

Digitized by Google

II.

Ueberblickt man alle gesteinsbildenden Silicate, so fällt bei der Betrachtung der chemischen Zusammensetzung derselben der Umstand auf, dass das K_2O und Na_2O mit dem CaO und MgO sehr verschiedene Affinitäten besitzen. Während diejenigen Minerale, in denen CaO mit Na_2O zusammen vorkommt, sehr verbreitet sind, fehlen fast gänzlich solche, in denen MgO und Na_2O zusammen vertreten wären. Dagegen tritt das Kali gern in magnesiahaltige Verbindungen ein, in Kalksilicaten ist es selten oder in ganz unbedeutender Menge vorhanden. CaO und MgO treten dafür in allen Verhältnissen zu Silicaten zusammen. Ebenso verhält es sich mit dem K_2O und Na_2O. Doch ist bei den beiden letzteren eine gewisse Regelmässigkeit zu beobachten. In den Kalisilicaten sind stets geringe, meist aber grössere Mengen Natron enthalten (Leucit, Sanidin), der K_2O-Gehalt der Natronsilicate (Nephelin) erreicht wohl kaum diese Höhe, namentlich tritt dieses hervor, wenn man die relativen Mengen beider Alkalien nicht nach dem Procentgehalt, sondern nach der Anzahl der Moleküle vergleicht. Man vergleiche nur die Analysen der Sanidine und Albite.[1]) Die in der Natur verbreiteten Silicate beweisen ebenso, dass K_2O sich ungern mit den Eisenoxyden verbindet, Na_2O schon eher (Akmit, Aegirin, Arfvedsonit), dagegen aber CaO und MgO mit Vorliebe mit den Eisenoxyden zusammentreten. Das Eisenoxydul scheint vom Kali (Glimmer), das Eisenoxyd vom Natron bevorzugt zu werden. Lemberg[2]) hat dieses verschiedene Verhalten der beiden Alkalien, insbesondere bei der Einwirkung in wässeriger Lösung auf Minerale, in seinen Arbeiten, die eine wahre Goldgrube für den Geologen sind, auf experimentellem Wege nachgewiesen. Er zeigte auch, dass Massenwirkungen ausschlaggebend sind bei der Umsetzung der verschiedenen Basen in Silicaten und dass im Ueberschuss angewandte schmelzende Chloralkalien sich gegenseitig in Silicaten zu verdrängen vermögen. Es schien mir von Wichtigkeit, diese Experimente auf die Gesteinsgläser und die Glasbasis auszudehnen, weil doch die vulcanischen Gesteine der Einwirkung schmelzender und sublimirender Chloralkalien häufig genug ausgesetzt zu werden vermögen, und ausser-

[1]) Rammelsberg, Mineralchemie. 1875, II. Th. und Ergänzungsheft 1886.
[2]) cf. Z. d. d. g. G. 1883, pag. 576, 558 ff. u. 618.

Digitized by Google

dem noch das Verhalten eines schmelzenden Gemenges der Salze beider Alkalien dem CaO gegenüber bei Gegenwart von Thonerde und bei wechselnden Mengen von SiO_2 zu studiren. Auf diesem Wege lässt sich ermitteln, welches von den beiden Alkalien das stärkere dem CaO und MgO gegenüber ist und in welcher Weise sie beim Aufbau der Verbindungen bevorzugt werden. Die Resultate lassen sich dann zwanglos auf das im Schmelzfluss befindliche Magma anwenden.

I. Saure Gläser.

75. Felsitpechstein von Meissen (ohne Ausscheidungen).

76. Felsitpechstein 75 mit $NaCl$ geschmolzen, und zwar 1 Stunde bei Weissgluth über dem Gebläse und 10 Stunden im Perrot'schen Ofen.[1]) Schmelzproduct gelblich bis bläulich, compact, glasig. Im Dünnschliff viele nicht näher zu bestimmende farblose polarisirende, verschwommene Mikrolithe (Feldspath?). Schmilzt leicht über dem gewöhnlichen Bunsen'schen Brenner.

77. Derselbe (75) mit KCl 1 Stunde über dem Gebläse und 10 Stunden im Perrot'schen Ofen. In beiden Fällen war das Alkali fast verflüchtigt. Schmelzungsproduct wie 76, nur mit viel weniger Ausscheidungen. Schmilzt leicht über dem Bunsen'schen Brenner.

				Molekularberechnung		
	75	76	77	75a	76a	77a
SiO_2	71·44	73·56	72·54	1·190	1·226	1·209
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	12·90	12·65	12·53	0·126	0·124	0·123
CaO	0·82	0·98	0·50	0·014	0·017	0·009
MgO	—	—	—	—	—	—
K_2O	2·19	0·47	12·83	0·028	0·005	0·136
Na_2O	4·24	11·08	0·18	0·068	0·179	0·003
H_2O	8·42	—	—	0·470	—	—
Cl	—	0·40	0·44	—	0·011	0·012
	100·01	99·14	99·02			

78. Glasbasis (Anal. 25) aus Liparitpechstein mit $NaCl$ $^1/_2$ Stunde über dem Gebläse. Product hellgrünliches, ganz homogenes Glas, ohne Ausscheidungen.

79. Die Glasbasis 25 mit KCl $^1/_2$ Stunde über dem Gebläse. Product mit 78 identisch.

[1]) Bei diesen, wie bei allen nachfolgenden Versuchen wurden stets genau 40 Theile Salz auf einen Theil Mineralsubstanz in Pulverform genommen. Nach beendigtem Versuch wurde das Product gepulvert und mit destillirtem Wasser bis zur verschwindenden Chlorreaction ausgewaschen.

Digitized by Google

80. Glasbasis 15 aus sphärolithf. Liparitperlit mit *Na Cl* 30 Minuten über dem Gebläse, 2 Stunden über der Müncke'schen Lampe und 2 Stunden über einem gewöhnlichen Bunsen'schen Brenner. Das Product ist hellgrünlich, glasig, innen matt. Unter dem Mikroskop zahlreiche bis 0·08 Millimeter grosse länglich rechteckige Krystalle von Plagioklas (Albit, Anorthoklas?) mit schiefer Auslöschung in einem homogenen, farblosen Glase. Schmilzt leicht auf dem Bunsen'schen Brenner.

81. Dieselbe Glasbasis 15 mit *KCl*, 30 Minuten über dem Gebläse, 2 Stunden über der Müncke'schen Lampe, 2 Stunden über dem Bunsen'schen Brenner. Product äusserlich 80 ähnlich. Unter dem Mikroskope keine begrenzten Ausscheidungen, nur verschwommen polarisirende Körnchen und Gitterstreifung, aber sehr schwach (Mikroklin?). Sonst homogenes, farbloses Glas. Schmilzt wie 80.

					Molekularberechnung			
	78	79	80	81	78a	79a	80a	81a
$Si\,O_2$	70·53	73·11	73·60	71·38	1·175	1·218	1·226	1·189
$Al_2\,O_3 + Fe_2\,O_3$	12·96	13·23	13·65	13·58	0·127	0·129	0·133	0·133
$Ca\,O$	1·14	0·05	0·69	0·53	0·020	0·001	0·012	0·009
$Mg\,O$	0·11	0·12	Spur	Spur	0·003	0·003	—	—
$K_2\,O$	0·48	12·32	Spur	12·44	0·005	0·131	—	0·136
$Na_2\,O$	13·64	0·29	10·97	0·57	0·220	0·004	0·176	0·009
Cl	0·52	0·44	0·37	0·63	—	—	—	—
	99·38	99·56	99·28	99·13				

82. Obsidian von Lipari, homogenes Glas mit Beloniten.

83. Obsidian 82 mit *KCl* eine Stunde über dem Gebläse. Homogenes Glas ohne Ausscheidungen.

84. Rothbrauner Pechstein von Meissen. Glas mit Mikrofelsit.

85. Pechstein 84 mit *Na Cl* $^1/_4$ Stunde über dem Gebläse. Grünliches homogenes Glas ohne Ausscheidungen.

					Molekularverhältnis			
	82	83	84	85	82a	83a	84a	85a
$Si\,O_2$	74·30	71·43	71·52	74·66	1·238	1·190	1·192	1·227
$Al_2\,O_3 + Fe_2\,O_3$	16·56	14·86	12·85	13·69	0·162	0·146	0·126	0·134
$Ca\,O$	1·35	0·45	1·01	0·74	0·024	0·008	0·018	0·013
$Mg\,O$	0·16	0·18	Spur	—	—	—	—	—
$K_2\,O$	4·32	11·94	2·06	0·57	0·046	0·127	0·022	0·006
$Na_2\,O$	2·62	0·24	3·76	9·76	0·042	0·004	0 060	0·157
Glühverl.	0·23	—	8·25	—	—	—	0·460	—
Cl	—	0·79	—	0·05	—	—	—	—
	99·54	99 89	99·45	99·47				

Digitized by Google

86. Glasbasis 35 des Trachyts von Monte Amiata mit *Na Cl* $^1/_2$ Stunde über dem Gebläse. Product homogenes Glas ohne Ausscheidungen.

87. Dieselbe Basis 35 mit *K Cl* $^1/_2$ Stunde über dem Gebläse. Product wie das vorige; 86 und 87 schmelzen nicht über dem Bunsen'schen Brenner.

88. Glasbasis 41 aus Andesit vom Hliniker Thal mit *Na Cl* $^1/_2$ Stunde auf dem Gebläse, 2 Stunden auf dem Müncke'schen und 4 Stunden auf dem Bunsen'schen Brenner. Grünlichgelbes Glas. Unter dem Mikroskope dieselben Ausscheidungen wie in 80 (Anorthoklas?) in homogenem Glase. Schmilzt leicht.

89. Glasbasis 41 mit *K Cl* $^1/_2$ Stunde über dem Gebläse, 2 Stunden über dem Müncke'schen und 4 Stunden über dem Bunsen'schen Brenner. Product wie 88, ohne Ausscheidungen. Schmilzt leicht.

					Molekularverhältnis			
	86	87	88	89	86a	87a	88a	89a
$Si O_2$	70·32	68·48	66·84	65·21	1·172	1·141	1·114	1·087
$Al_2 O_3 + Fe_2 O$	15·40	14·06	16·48	16·82	0·152	0·138	0·161	0·165
$Ca O$	0·88	0·96	2·25	0·94	0·016	0·017	0·040	0·017
$Mg O$	0·20	0·20	0·49	0·47	0·005	0·005	0·012	0·012
$K_2 O$	0·39	14·80	0·57	15·54	0·004	0·157	0·006	0·165
$Na_2 O$	12·27	0·50	12·47	0·52	0·198	0·008	0·201	0·008
Cl	0·35	0·60	0·29	0·30	—	—	—	—
	99·81	99·60	99·49	99·80				

II. Basische Gläser.

90. Tachylit von Bobenhausen, Bauschanalyse.

91. Tachylit von Bobenhausen 90 (dünne Rinde auf zersetztem Basalt oder Basaltwacke), $^1/_2$ Stunde mit *Na Cl* auf dem Gebläse. Product grünlichschwarz, steinig, mit einer Menge schönster Hämatitblättchen von hexagonaler Form, blutroth. Letztere auch in dem erkalteten *Na Cl*. Unter dem Mikroskope amorphes Glas mit einer Menge opaker Körnchen (Magnetit?) und wahrscheinlich Augitmikrolithen.

92. Glasbasis 68 aus Limburgit $^1/_2$ Stunde auf dem Gebläse mit *Na Cl* behandelt. Product grünlichschwarz, Eisenglanzblättchen. Schöne Apatitnadeln, sonst wie 91.

Digitized by Google

93. Glasbasis 68 mit KCl, $^1/_2$ Stunde auf dem Gebläse; Product ebenso wie beim Versuch 92. Kein Apatit. 91, 92 und 93 schmelzen nicht leicht.

					Molekularverhältnis			
	90	91	92	93	90a	91a	92a	93a
SiO_2	43·65	43·75	39·06	40·16	0·727	0·729	0·651	0·669
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	33·23	36·00	40·60	36·39	—	—	—	—
CaO	8·70	6·50	4·91	6·59	0·155	0·116	0·088	0·118
MgO	2·03	0·31	2·12	3·05	0·051	0·008	0·053	0·076
K_2O	6·48	0·18	0·31	12·23	0·069	0·002	0·003	0·130
Na_2O	5·43	12·26	11·75	0·55	0·088	0·198	0·189	0·009
H_2O	0·61	—	—	—	—	—	—	—
Cl	—	1·18	1·15	0·52	—	0·034	0·033	0·015
	100·13	100·18	99·90	99·49				

Aus obigen Versuchen ersieht man, dass das K und Na sich nicht nur auszutauschen vermögen, sondern auch, dass schmelzendes KCl und $NaCl$ eine höhere Sättigung des Silicats veranlassen können. Unter gleichen Umständen vermag das Na in das Silicat in grösserer Quantität einzutreten als K. Nach der Einwirkung der Chloralkalien wird das Silicat stets etwas basischer; diese Beobachtung hat schon Lemberg bei seinen analogen Versuchen gemacht. Das Na wird sowohl von den übersauren[1]), als auch von den basischen Gläsern in grösserer Menge aufgenommen. Vergleicht man dieses Resultat mit den Versuchen von Lemberg[2]), der bestimmte Minerale der Einwirkung schmelzender Chloralkalien unterwarf, so fällt sofort der Unterschied auf, der darin besteht, dass z. B. Leucit und Orthoklas sich in Natronleucit und Albit durch schmelzendes $NaCl$ verwandeln lassen und ebenso durch KCl die Rückbildung der letzteren veranlasst werden kann, das heisst die Alkalien tauschen sich im Aequivalentverhältnis aus, während bei den Gläsern dieses nicht stattfindet; ein und dasselbe Glas nimmt unter gleichen Umständen weniger K als Na auf. Die Thonerde bleibt intact, bei der Verdrängung des Ca und Mg ist keine Regelmässigkeit zu beobachten. Im allgemeinen scheint aber K in sauren Gläsern Ca mehr zu verdrängen als Na es thut. Die Sättigung ist bis über eine

[1]) Unter „übersauer" wird hier eine Sättigungsstufe, die unter dem Verhältnis $\overset{I}{R}_2 Si_2 O_5$, $\overset{II}{R} Si_2 O_5$, $\overset{III}{R} Si_6 O_{15}$ bleibt, verstanden; saurere Silicate als diese sind ja als bestimmte Minerale nicht mit Sicherheit bekannt.

[2]) Z. d. d. g. G. 1876, 599 ff.

Digitized by Google

gewisse Grenze nicht zu bringen, und wie man aus der Zeitdauer der Einwirkung, die variirt wurde, ersieht, bald erreicht. Zur besseren Uebersicht ist hier das Molekularverhältnis der Schmelzproducte in runden Zahlen zusammengestellt:

	76a	77a	78a	79a
$SiO_2 : Al_2O_3 : Na_2O$ . . .	10 : 1 : 1·1		10 : 1 : 1·9	
$SiO_2 : Al_2O_3 : K_2O$ . . .		10 : 1 : 1·5		10 : 1 : 1·1

	80a	81a	86a	87a
$SiO_2 : Al_2O_3 : Na_2O$ . . .	10 : 1 : 1·5		10 : 1 : 1·7	
$SiO_2 : Al_2O_3 : K_2O$ . . .		10 : 1 : 1·1		10 : 1 : 1·4

	88a	89a	92a	93a
$SiO_2 : Al_2O_3 : Na_2O$ . . .	10 : 1·5 : 1·8		10 : ? : 3	
$SiO_2 : Al_2O_3 : K_2O$ . . .		10 : 1·5 : 1·5		10 : ? : 2.

Es wäre interessant, zu erfahren, ob vorher geschmolzene Minerale und dann der Einwirkung der Chloralkalien unterworfene, sich ebenso verhalten, oder die Alkalien im Aequivalentverhältnis austauschen, wie ungeschmolzene. Kalk und Magnesia dürfen nicht in irgend grösserer Menge zugegen sein, denn sonst wird das Resultat verdeckt durch die verschiedene Affinität beider zu den einzelnen Alkalien, wie man aus weiteren Versuchen ersehen wird. Die Constanz in dem Verhalten der sehr verschieden constituirten Gläser, wie sie aus obigen Versuchen erhellt, scheint für die Annahme von Pelouze[1]), die Gläser seien Gemenge bestimmter Silicate, zu sprechen.

III. Minerale.

Es wurden noch folgende Versuche mit Mineralen ausgeführt:

94. Epidot von Sulzbach[2]) wurde, fein gepulvert, bis zur Frittung geglüht[3]), um den Molekularverband aufzuheben und die Verbindung aufzulockern. Dies geschah in der Absicht, den Versuch nicht mit dem bestimmt constituirten Silicat, welches der Epido- repräsentirt, sondern mit einem basischen Thonerdekalk-Silicat überhaupt anzustellen. Der geglühte Epidot stellte nach dem Verlust des H_2O ein solches unbestimmtes Silicat dar.[4]) Wäre frischer, d. h. ungeglühter Epidot angewandt worden, so ist es wahrscheinlich,

[1]) Compt. rend. 64, pag. 53.

[2]) Zu den Versuchen wurden einschlussfreie, schöne Krystallfragmente verwandt.

[3]) Schmelzung liess sich nicht erzielen.

[4]) Unter dem Mikroskope keine Polarisationserscheinungen.

Digitized by Google

dass der Wasserstoff desselben bei der beginnenden Einwirkung des schmelzenden Alkalisalzes sich gegen K oder Na ausgetauscht hätte, was die Reaction, die zu eruiren war, beeinträchtigen würde. Den geglühten und fein gepulverten Epidot unterwarf ich der Einwirkung eines schmelzenden Gemenges von $NaCl$ und KCl, worin Na zu K sich wie 1 : 1 verhielt, also die beiden Metalle im Aequivalentverhältnis waren. Das Product wurde vom Salz durch Auswaschen befreit, fein gepulvert und wieder bis zu fast verschwindender Chlorreaction mit heissem Wasser ausgewaschen. Das Cl ist hier, wie auch überall bei den bereits angeführten Versuchen, gewichtsanalytisch bestimmt worden. Ebenso wurden Versuche mit anhaltend bei Weissgluth geglühtem Leuchtenbergit von der Schischminskaja Gora angestellt.[1])

Die Versuche ergaben folgende Resultate:

95. Geglühter Epidot mit ($KCl + NaCl$) (1 Aeq. Na : 1 Aeq. K) $^1/_4$ Stunde auf dem Münck e'schen Brenner (CaO bereits ausgetreten), dann ohne Unterbrechung $^1/_2$ Stunde auf dem Gebläse und $^1/_4$ Stunde auf dem Münck e'schen Brenner behandelt. Product eine kaffeebraune, blasige Schlacke, hart, durch HCl vollständig zerlegbar. In der wässerigen Lösung der zur Reaction angewandten Salze keine Spur von Eisen, keine Thonerde, sehr viel Kalk.

96. Geglühter Epidot mit so viel amorpher SiO_2 gemischt, dass das Gemenge 70 Procent SiO_2 enthielt, fein gepulvert und bis zur Frittung auf dem Gebläse geglüht. Das Pulver mit ($KCl + NaCl$) genau unter denselben Umständen, wie in Versuch 95 behandelt. Product: hellkaffeebraunes, wenig poröses Glas. Durch HCl schwer zersetzbar.

97. Geglühter Epidot mit ($Na_2SO_4 + K_2SO_4$), so dass wieder 1 Aeq. Na auf 1 Aeq. K kam, unter genau denselben Verhältnissen wie oben behandelt. Product: ein schwarzes, homogenes Glas, hart und etwas blasig. Kein Geruch nach H_2S. Unter dem Mikroskope ein farbloses bis gelbliches Glas, stellenweise polarisirend mit schwarzen Körnern durchspickt. Die wässerige Lösung der Schmelzmasse ($Na_2SO_4 + K_2SO_4$) lässt anfangs sehr viele Gypsnadeln fallen. Das Glas löst sich leicht in concentrirter Salzsäure. Dieser Versuch wurde angestellt, um die Bedeutung und etwaigen Einfluss der mit den Alkalien verbundenen Stoffe zu zeigen.

[1]) Es wurde wie früher stets 1 Theil des Silicatpulvers auf 40 Theile Salzgemenge genommen.

Digitized by Google

	94 [1])	95	96	97	Molekularverhältnisse 94a	95a	96a	97a
SiO_2	36·92	35·47	54·50	32·06	0·615	0·591	0·908	0·534
Al_2O_3	23·50	22·85	16·95	22·04	0·230	0·224	0·166	0·216
Fe_2O_3	13·01	13·09 [2])	6·35	12·33	0·081	0·080	0·040	0·077
FeO	0·75				0·010			
CaO	23·30	16·12	7·42	15·57	0·416	0·288	0·133	0·278
H_2O	2·00	—	—	—	0·111	—	—	—
K_2O	—	4·34	8·70	6·71	—	0·046	0·092	0·071
Na_2O	—	7·01	5·75	10·74	—	0·113	0·092	0·173
Cl	—	1·03	0·15	—	—	0·030	0·005	—
SO_3	—	—	—	0·50	—	—	—	0·006
	99·48	99·88	99·83	99·95				

Das Verhältnis $CaO : K_2O : Na_2O$ ist in (95) gleich 6·2 : 1 : 2·45; in (96) 1·45 : 1 : 1; in (97) 3·9 : 1 : 2·43. Daraus ersieht man, dass in basischen, thonerdehaltigen Silicaten das Na_2O eine viel grössere Tendenz hat, wie das K_2O, sich zu dem CaO zu addiren. Sowohl bei der Behandlung mit Chloralkalien, als auch mit schwefelsauren ist 2·5mal so viel Na_2O in die Verbindung eingetreten, als K_2O. In den saueren Silicaten ist diese Tendenz weniger ausgesprochen, doch ist der Versuch 96 nicht entscheidend, da sich nicht feststellen lässt, ob der Epidot mit der amorphen Kieselsäure bei der Schmelzung eine innige Verschmelzung erfahren hat. Ist letzteres nicht der Fall, so ist die Reaction nicht rein zur Darstellung gebracht, denn es hat eine Einwirkung gleichzeitig auf die unverbundene Kieselsäure stattgefunden, deren Werth sich nicht feststellen lässt. Zur Entscheidung der Frage, ob Na_2O sich auch in sauren Silicaten dem CaO gegenüber ebenso verhält, wie in basischen, wurde noch ein Versuch ausgeführt. Dazu wurde ein eisenoxydfreies Thonerdesilicat benutzt. Die Reaction muss dieselbe sein, ob dieses vorhanden ist oder nicht, wie aus den obigen Versuchen zu ersehen ist, wobei das Fe_2O_3, ebenso wie die Thonerde kaum verdrängt worden sind. Es ist eher anzunehmen, dass ein ganz geringer Theil als Chloraluminium und Chloreisen sich verflüchtigt haben. Ausserdem führte ich noch einen Versuch mit einem Thonerde-Magnesia-Silicat aus, welcher auch hier gleich angeführt werden soll.

[1]) Die Zusammensetzung eines H_2O-freien Epidots nach Anal. 94 auf 100 berechnet, ist: 37·87 SiO_2, 24·11 Al_2O_3, 13·35 Fe_2O_3, 0·77 FeO, 23·90 CaO; die eines Gemenges von SiO_2 und geglühter Epidotsubstanz, welche 70 Procent SiO_2 enthielte: 70·00 SiO_2, 11·64 Al_2O_3, 6·45 Fe_2O_3, 0·37 FeO, 11·54 CaO.

[2]) Als Oxyd berechnet, ebenso die folgenden.

Digitized by Google

98. Geglühter Adular vom St. Gotthardt; farblos, durchsichtig.

99. Geglühter Albit von Kirjabinsk bei Ekaterinburg, Ural; gelblichweiss.

100. Adular 98 und Albit 99 geschmolzen, gepulvert und so gemischt, dass 1 Aeq. *Na* auf 1 Aeq. *K* kam; dieses Gemenge[1]) mit $CaCl_2$ $^1/_2$ Stunde auf dem Gebläse und $^1/_4$ Stunde auf dem Münck e'schen Brenner behandelt. Product: weisser Emailklumpen, isotrop mit polarisirenden kleinen Flecken. Schmilzt schwer.

101. Leuchtenbergit von der Schischminskaja Gora bei Slatoust, Ural. Ausgesuchte zollgrosse, ganz reine Krystalle.

102. Leuchtenbergit bis zum constanten Gewicht stark geglüht (er lässt sich nicht schmelzen), fein gepulvert und, wie bei den oben angeführten Versuchen, mit $(KCl + NaCl)$[2]) $^1/_4$ Stunde auf dem Münck e'schen Brenner (schwache Reaction der gelösten Chloralkalien auf Magnesia), $^1/_2$ Stunde auf dem Gebläse und $^1/_4$ Stunde auf dem Münck e'schen Brenner behandelt (starke Magnesiareaction). Product: hellgraubräunlicher zusammengebackener Kuchen, härter als ursprünglich, doch weich. Gepulvert und bis zur verschwindenden Chlorreaction gewaschen. Wird durch HCl vollständig zersetzt. Schmilzt sehr schwer.

	98	99	100	101[2])	102	Molekularverhältnisse 100a	101a	102a
SiO_2	64·92	68·50	65·44	30·61	34·02	1·090	0·510	0·567
Al_2O_3	18·01	17·91	20·05	19·52	25·87	0·197	0·191	0·254[3])
Fe_2O_3	0·62	1·23		0·30			0·002	
FeO	—	—	—	2·53			0·035	
CaO	0·30	0·35	13·51	—	—	0·240	—	—
MgO	Spur	0·10	—	34·20	33·11	—	0·855	0·828
K_2O	14·40	0·82	0·43	—	3·60	0·0046	—	0·038
Na_2O	1·15	11·07	0·57	—	2·08	0·0092	—	0·033
H_2O	—	—	—	12·53	—	—	0·696	—
Cl	—	—	0·47	—	0·93	—	—	—
	99·40	99·98	100·47	99·69	99·61			

[1]) 1 Theil des Gemenges auf 40 Theile $CaCl_2$ (wasserfrei). Das Product wurde rasch mit heissem Wasser, welches einige Tropfen Essigsäure enthielt, bis zur verschwindenden Chlorreaction ausgewaschen. Geschieht dieses nicht gleich und ohne Unterbrechung, so wird sehr viel CO_2 angezogen.

[2]) Wasserfrei auf 100 berechnet gibt Leuchtenbergit: 35·12 SiO_2, 22·40 Al_2O_3, 0·34 Fe_2O_3, 2·90 FeO, 39·24 MgO. — cf. auch die Analysen vom Herzog v. Leuchtenberg und Hermann, Bull. Acad. Petersb. 9, 188.

[3]) Als Al_2O_3 berechnet.

Digitized by Google

Aus diesen Versuchen ist zu ersehen, dass der Kalk mehr Alkalien zu verdrängen vermag als umgekehrt; das Verhältnis der beiden zurückbleibenden Alkalien in 100 ist $K_2O : Na_2O = 1 : 2$, d. h. Natron wird schwerer verdrängt, wie das Kali. Es ist wahrscheinlich, dass das Na_2O mit dem CaO zu einem Doppelsilicat sich verbindet und dieses energischer gegen die Verdrängung durch CaO reagirt, als das Kalisilicat. Der Versuch 102 lehrt, dass die Magnesia sich den beiden Alkalien gegenüber umgekehrt zu verhalten scheint, wie CaO. Es ist eine grössere Quantität K in die Verbindung eingetreten, als Na. Das Verhältnis $K_2O : Na_2O = 1{\cdot}15 : 1$. Zugleich ist auch ersichtlich, dass unter denselben Umständen CaO in grösserer Menge verdrängt wird (Anal. 94—97) als MgO. Diese Resultate stimmen gut mit dem allgemeinen Verhalten der beiden alkalischen Erden und der Alkalien überein, wie solches beim Zusammentritt derselben zu Mineralen beobachtet wird. Die *Ca*-Silicate enthalten häufig beträchtliche Mengen der Alkalien, die *Mg*-Silicate mit Alkali sind selten und enthalten diese (K_2O) in untergeordneter Quantität. Das K_2O ist dabei stets die bevorzugte Verbindung in den *Mg*-Silicaten, das Na_2O in den *Ca*-Silicaten. In *Na*-Silicaten tritt *K* meist untergeordneter auf als *Na* in *K*-Silicaten. Die Alkalien bilden mit Vorliebe sauere Verbindungen, die alkalischen Erden, sowie Eisenoxydul, basische. Daraus folgt nun auch eine leichtere Sättigung der Lösung durch die Silicate der alkalischen Erden, als durch solche der Alkalien. CaO, MgO und FeO sind, wie die zahlreichen Versuche von Lemberg[1]) und auch die oben angeführten lehren, der Kieselsäure gegenüber stärker als die Alkalien, es müssen sich deshalb diese Basen mit der SiO_2 zuerst zu Verbindungen zusammenthun, d. h. sie werden bei genügender Temperaturerniedrigung zuerst auskrystallisiren; dann werden *Na*-Verbindungen entstehen, vor letzteren aber noch gemischte aus zwei- und einwerthigen Metallen, dann erst *K*- oder *KNa*-Silicate. Bei grossem Ueberschuss des *K* tritt die Massenwirkung in ihre Rechte und es scheiden sich *K*- vor *Na*-Silicaten aus, doch bleibt noch ein verhältnismässig *K*-reicher Silicatrest zurück, der entweder glasig erstarrt oder sich noch weiter mikrolithisch spaltet. Doch ist stets ein Theil des *Na* in diesem Falle in geringer Menge zum Aufbau der *Ca*- und *K*-Silicate als isomorphe Beimischung verbraucht worden.

[1]) Zuletzt: Z. d. d. g. G. 1885, pag. 959 ff.

Digitized by Google

Warum kieselsäurereichere Verbindungen in der Regel später auskrystallisiren, wenn auch nicht immer, soll später des weiteren erörtert werden.

III. [1])

Bevor ich die sich aus vorstehenden Untersuchungen der Glasbasis der Gesteine und der Experimente ergebenden Schlussfolgerungen ziehe, wird es nützlich sein, noch einige bereits ausgeführte, aber wenig beachtete Untersuchungen der bei der Entglasung künstlicher Schmelzflüsse, namentlich des Glases, obwaltenden Bedingungen einer kurzen Besprechung zu unterziehen. Dumas[2]) gibt an, dass die krystallinisch ausgeschiedenen Massen im Glase nach seinen eigenen und Leblanc's Untersuchungen stets mehr SiO_2 enthielten als das sie umgebende Glas. Dasselbe fand Splitgerber[3]) und Terreil.[4]) Zuletzt bestätigte diese Thatsache Benrath.[5]) Die genannten Forscher untersuchten meist sauere Gläser, deren Gehalt an SiO_2 zwischen 80 und 69 Procent schwankt. Nur zwei Analysen von Dumas und Terreil beanspruchen besonderes Interesse, weil hier die Glasmasse in einem Falle 64·7 Procent, im zweiten 62·4 Procent SiO_2 enthielt, trotzdem aber waren die sphärolithischen Ausscheidungen sauerer (68·2 und 63·67 Procent SiO_2).

Benrath[6]) wies in sehr saueren Gläsern der Zusammensetzung Na_2O, CaO, $8\,SiO_2$, die sehr leicht entglast wurden, das Vorhandensein krystallisirten Quarzes nach (98·49 Procent SiO_2, 0·80 Al_2O_3, 0·34 CaO, 0·37 Na_2O), wobei er ausdrücklich betont, dass es nicht etwa unverschmolzener Sand sein könne, denn dieselbe

[1]) Als das Manuscript bis zu diesem Abschnitt gediehen war, erschien Rosenbusch's Physiogr. d. Mass. Gesteine in 2. Auflage, 1. Abth. Es war nothwendig, auf einige Fragen, die sich eng mit den mich beschäftigenden berührten, näher einzugehen. Wenn es nicht in ausgedehnterem Masse geschehen ist, so liegt es daran, dass in dem sonst so vortrefflichen Werke die Ausführungen über die bedingenden Ursachen der structurellen Verschiedenheiten und der mineralogischen Zusammensetzung der Gesteine so allgemein und vage gehalten sind, dass es sehr schwer fällt, auf dieselben näher einzugehen.

[2]) Chim. app. aux arts. Art. „Verre".

[3]) Erdmann's Journ. 1849, 48, 82.

[4]) Compt. rend. 1857, 47, 693.

[5]) Beiträge zur Chem. d. Glases. Dorpat 1871, 41.

[6]) l. c., pag. 51 ff.

Digitized by Google

Probe, rasch gekühlt, zeigte keine Spur von Ausscheidungen. Bei der Untersuchung basischer (?) Gläser (ca. RO, $2SiO_2$) erhielt Benrath Ausscheidungen, die der Albitzusammensetzung entsprechen, die er aber als Oligoklas + SiO_2 deutet. Er kommt zum Schluss zu dem interessanten Ergebnis, dass man es bei unentglasten Gläsern mit einer Lösung von Kieselsäure, Feldspath etc. in „Glas" zu thun habe, wobei dann verschiedenen Temperaturen auch verschiedene Sättigungsgehalte zukommen. Es sei ja jedem Schmelzer bekannt, dass, je höher die Temperatur, desto grössere Mengen Kieselsäure, resp. Sand, der schmelzenden Menge incorporirt werden können; diese Kieselsäure geht nun keine Verbindungen mit den Basen ein, sondern wird einfach gelöst. Dass sich bei höherer Temperatur saurere Silicate bilden können, als bei niederer, hat nichts Unwahrscheinliches, dass sich aber solche auch nur für höhere Temperaturen bilden, nur bei diesen beständig, beim Sinken der Temperatur zerfallen, erscheint ihm unwahrscheinlich, da bisher in Betreff anderer Salze derartiges nicht, wohl aber vielfach das entgegengesetzte Verhalten bekannt. Daher ist er zu obiger Annahme gezwungen. Er zeigt auch mittelst partieller Zersetzung mit Flusssäure, dass das unentglaste Glas aus präformirtem Quarz, Feldspath, Wollastonit etc. besteht und zieht auch zum Beweise noch das bekannte Experiment von Daubrée, wobei überhitzter Wasserdampf auf Kalkglas einwirkte, sowie die Aetzversuche von Leydolt[1]) heran.

Besonderes Interesse beanspruchen die Versuche von Pelouze[2]) über den Einfluss der relativen Menge der verschiedenen Bestandtheile des Glases auf die Entglasbarkeit desselben. Darnach sind Gläser, in denen das Verhältnis RO, $3SiO_2$ überschritten ist, leicht entglasbar. Das Maximum des Kalkes, welches ohne Gefahr in der Schmelzmasse enthalten sein kann, wird durch das Verhältnis $5Na_2Si_3O_7 + 7CaSi_3O_7$ ausgedrückt. Gläser von höherem Alkaligehalt sind leichtflüssiger, weicher und leichter zersetzbar, Gläser von höherem Kalkgehalt strengflüssig, aber leichter entglasbar. Die Thonerde zeigt ein eigenthümliches Verhalten. Bei einem Gehalt von 44·4 Procent Al_2O_3 zeigte ein Glas von der Gesammtzusammensetzung 41·9 SiO_2, 44·4 Al_2O_3, 9·2 Na_2O, 5·1 CaO, welches 240 Stunden lang bis zum Erweichen erhitzt wurde, keine Spur

[1]) Compt. rend. 1852, 34, pag. 565.

[2]) Compt. rend. 64, pag. 53.

Digitized by Google

von Entglasung, während ein anderes von der Zusammensetzung 75·00 SiO_2, 17·40 Na_2O, 7·60 Al_2O_3 sich gar nicht klar schmelzen liess. Im allgemeinen scheint der Thonerdegehalt eher hindernd, als der Entglasung fördernd zu sein. Nie scheidet sich die Thonerde wie Eisenoxydul oder Chromoxyd im Glase krystallinisch aus. Dieses stimmt auch vollständig mit den Erfahrungen, die bei den Gesteinsuntersuchungen gewonnen wurden, überein. Magnesia dagegen veranlasst eine leichte Entglasbarkeit des Glases. Bei irgendwie bedeutenderem Gehalt daran wird das Glas blasig und lässt sich nicht läutern. Endlich kann Kaliglas einen viel höheren Gehalt an SiO_2 haben als Natronglas, ohne dass beim Kühlprocess die Gefahr der Entglasung eintritt. So führt Benrath[1]) Gläser an, die der Zusammensetzung 5 K_2O, 4 SiO_2 + 7 CaO, 4 SiO_2 entsprechen, welche sich nicht entglasen. Ueberhaupt entglasen sich Kaligläser schwerer als Natrongläser. Die Resultate sämmtlicher Untersuchungen lassen sich nun folgender Weise zusammenfassen:

Kalisilicate sättigen schmelzende Silicatlösungen sehr schwer, ebenso Thonerde, Natronsilicate schon leichter, dann folgt CaO, MgO, sowie die Oxyde der schweren Metalle (FeO schwerer als Fe_2O_3), sowie Titan, Zirkon und ähnliche, welche überaus leicht ausgeschieden werden, und zwar zum Theil als freie Oxyde. SiO_2 sättigt Silicatlösungen schwer. Doch scheint nicht immer die Ausscheidung freier Oxyde, z. B. Fe_3O_4, auf Uebersättigung zurückzuführen zu sein, namentlich nicht in saueren Gläsern. So sieht sich Lemberg[2]) zu der Annahme gezwungen, dass geschmolzener Orthoklas oder Albit beim Erstarren aus zweibasisch sauerer Verbindung in die vierbasisch sauere übergehen muss, wobei eine Ausscheidung von Fe_2O_3 erfolgen kann, was das Auftreten von Magnetit in den SiO_2-reichen Obsidianen zu erklären vermag. Die Untersuchung der Glasbasis in den Gesteinen zeigt nun in den frischen Gesteinen eine constante Anreicherung des K_2O in derselben (nicht immer absolut, aber dem Na_2O gegenüber). Diese Thatsache gewinnt aber erst Bedeutung, wenn man das anderweitig constatirte Verhalten der Kaligläser berücksichtigt. Dieselben entglasen sich schwer, schwerer als alle anderen, wie oben gezeigt worden ist, daher muss der nichtkrystallisirte Rest K_2O-reicher sein. Basische alkali-

[1]) Die Normalzusammensetzung des bleifreien Glases. Aachen 1868, pag. 68.
[2]) Z. d. d. g. G. 1885, pag. 995.

Digitized by Google

reiche Gläser (Anal. 58—62) schmelzen leicht und haben keine Tendenz zu krystallisiren, sauerere alkalireiche scheinen dasselbe Verhalten zu zeigen. Ein solches Magma wird daher bei entsprechender Armuth an CaO und MgO unter den in den Vulcanen obwaltenden Bedingungen selten krystallinisch erstarren. Dagegen besitzen übersauere Magmen eine viel grössere Neigung, porphyrische Einsprenglinge zu beherbergen. Glasig erstarrte, CaO-reiche Basaltobsidiane sind ja nur an wenigen Punkten überhaupt gefunden worden; die Insel Hawai bildet in dieser Beziehung bis jetzt ein Unicum des massenhaften Auftretens solcher Gebilde. [1]) Die Anal. 61 und 62 ist ein stricter Beweis gegen die ältere Anschauung [2]), dass aus einem Magma nie ein Feldspath sich ausscheiden könne, dessen SiO_2-Gehalt höher wäre als derjenige des Magma selbst.

Die Frage nach der Sphärolithbildung und der chemischen Constitution dieser Körper ist durch diese Untersuchung derselben in chemischer Beziehung ihrer wesentlichen Lösung nähergerückt. Alle meine Analysen zeigen einen beträchtlichen *Na*-Reichthum in den Sphärolithen, ausserdem sind die Sphärolithe immer sauerer als das sie umgebende Glas. Dasselbe lässt sich auch an den Sphärolithen in den künstlichen Gläsern verfolgen. Ein Beispiel ist besonders lehrreich. Der Obsidian (3) von Teneriffa enthält Sphärolithe, deren Kern (5) porös und tridymithaltig ist; ebenso ist im Liparitpechstein 24 die perlitische Structur, die im Zusammenhang mit der Spaltbarkeit der Krystalle steht, wichtig. Es beweisen diese Verhältnisse, dass in gewissen Gesteinen den absorbirten, bei der Erstarrung freiwerdenden Wasserdämpfen eine entscheidende Rolle bei der Herausbildung der Sphärolithe zugeschrieben werden muss; doch nicht in allen.[3]) Bei weitem die Mehrzahl der sphärischen Gebilde ist compact, nicht porös, und als einfache Entglasungserscheinung aufzufassen, ohne Mitwirkung des Wassers, wie ja das Vorhandensein dieser Gebilde in künstlichen Glasflüssen beweist.

---

[1]) Cohen, N. J. 1880, II.

[2]) Bischof, Chem. Geol. II, pag. 393.

[3]) Während der Correctur geht mir die Abhandlung von Iddings „The nature and origin of lithophysae and lamination of acid lavas," zu.

Der Verfasser kommt zu demselben Resultat auf einem anderen Wege. Americ. Journ. of science XXXIII. 1887, pag. 45.

Digitized by Google

Dämpfe scheinen es immerhin gewesen zu sein, die diese Structurform bedingten, wenn auch nicht immer Wasserdämpfe. Betrachten wir die Bedingungen, unter denen künstliches Glas geschmolzen wird, so ist zunächst der Umstand hervorzuheben, dass die Mischung, aus der der Schmelzfluss bereitet wird, aus kohlensauren oder schwefelsauren Salzen mit Sand besteht, ausserdem flüchtige Stoffe, wie Arsen etc. dem Glase, um es recht schön zu machen, beigefügt werden. Es ist ausserdem den Schmelzern eine wohlbekannte Thatsache, dass, wenn das Glas sich nicht gut läutert, d. h. nicht alle Gasbläschen entweichen oder noch unverschmolzene Theilchen zurückbleiben, dieselben eine sphärolithische Entglasung beim Kühlen des Glases unvermeidlich zur Folge haben. Halten wir dieses alles zusammen, so kommen wir ganz von selbst zu dem Schlusse, dass diese freiwerdenden Gase, CO_2, SO_3, und andere, wie Cl (Steinsalz wird ebenfalls verwandt) es sind, die eine sphärolithische Entglasung einzuleiten vermögen. Im allgemeinen: Sphärolithstructur, namentlich in saueren Gesteinen, wird hauptsächlich dort zu beobachten sein, wo während einer Eruption Emanationen von Gasen und Dämpfen durch das geschmolzene Magma hindurch stattfinden. Auch ein entwässertes Magma kann durch sublimirende Chlorverbindungen, sowie schwefelsaure Salze, die ja mit den Silicaten sich umsetzen können, wie obige und ältere Versuche zeigen, zur Sphärolithausscheidung veranlasst werden. Beim Austausch der Basen der sublimirenden Substanz und der Silicate werden die Silicate, wie oben bereits erwähnt, stets etwas basischer, dabei wird auch Chlor oder SO_3 frei, diese können sich wieder mit dem Wasserdampf zu intensiv zersetzend wirkenden Säuren verbinden und noch parallel laufende Nebenprocesse einleiten. In sauren Gesteinen enthalten dabei die Sphärolithe stets mehr Na_2O im Verhältnis zum K_2O, wie die Glasbasis. Auch die makroporphyrischen Anorthoklase und die Anorthoklase und Na-reichen Oligoklase der Grundmasse vieler saurer Gesteine beweisen zur Genüge den Satz: dass die Natronverbindungen eine grössere Tendenz auszukrystallisiren haben, als die entsprechenden K-Verbindungen.

Digitized by Google

Wie aus dem Vorhergehenden zu ersehen ist, betrachten wir das im Schmelzfluss befindliche Gesteinsmagma als eine mehr oder weniger gesättigte Lösung verschiedener Silicate. Dabei ist die Annahme, die verschiedenen Silicate seien als solche oder ähnliche, aber constante Verbindungen auch in gelöstem Zustande im Magma vorhanden, die wahrscheinlichste. Darauf weisen alle bisherigen experimentellen Untersuchungen, die oben angeführten Resultate Benrath's, sowie die Aetzversuche von Leydolt hin. Hauptsächlich findet aber diese Ansicht ihre Unterstützung, sogar ihren Beweis darin, dass aus verschiedenen sauren und basischen Magmen immer dieselben Minerale krystallisiren, die ja als gesteinsbildende bekannt, nur eine kleine Gruppe repräsentiren. Es ist dabei zu beachten, dass damit nur die Grundverbindungen gemeint sind, die bei isomorpher Mischung eine reiche Fülle der Abänderungen ein und derselben Species hervorbringen können, wie beim Pyroxen, Feldspath etc. Diese Grundverbindungen der vier- oder zweibasischen Kieselsäure sind im Magma als in Lösung befindlich gedacht. Ausserdem können noch Oxyde sowohl, als auch freie Säure (SiO_2) gelöst sein. Geräth ein bereits fertiges Gestein in Fluss, in welchem sich auf wässerigem Wege umgewandelte oder neu entstandene Minerale befinden, oder solche, deren Bildung die Annahme gewisser, uns noch unbekannter Bedingungen erheischt (Hornblende, Glimmer) und welche unter den gewöhnlichen Umständen sich nicht nachbilden lassen, so werden in der Schmelzlösung Umsetzungen stattfinden, bis eine stabile Gleichgewichtslage der Molekel erreicht und den Affinitäten Genüge geleistet ist, dann werden bei einer langsamen Abkühlung unter gewöhnlichen Bedingungen andere Minerale auskrystallisiren, wie diejenigen, aus denen das Gestein vor der Schmelzung bestand. Ein Beweis dafür sind die „Expériences negatives et tentatives infructueuses“ von Michel Lévy und Fouqué.[1]) Eine solche Beschaffenheit des Schmelzmagma findet ihr vollständiges Analogon in den wässerigen Lösungen gemischter Salze. Es sei gestattet, auf diese letzteren etwas näher einzugehen, um die für dieselben gefundenen Gesetze für die Schmelzlösungen zu verwerthen. Ebenso wird es nützlich sein, die Erscheinungen, die bei der Aenderung des

[1]) Synthèse des minéraux. 1882, pag. 75 ff.

Digitized by Google

Aggregatzustandes fester und flüssiger Körper statthaben, einer Betrachtung zu unterziehen.

Flüssigkeiten vermögen feste Körper in sich aufzunehmen, d. h. sie vereinigen sich mit denselben zu einer homogenen Flüssigkeit — einer Lösung. Jede Flüssigkeit vermag aber von demselben festen Körper nur eine bestimmte Menge aufzunehmen, nach deren Aufnahme die Flüssigkeit nicht mehr auf den festen Körper einwirkt. Die Lösung ist gesättigt. Dies gilt aber nur für eine bestimmte Temperatur. Beim Steigen der Temperatur können die Flüssigkeiten im allgemeinen mehr von ein und demselben festen Körper aufnehmen, beim Fallen weniger; doch nicht immer. So bildet das Natriumsulfat eine Ausnahme. Die Löslichkeit desselben im H_2O steigt bis 33° und fällt von da an bis zum Siedepunkt (103·17°). Aus heissen Lösungen krystallisiren Salze wasserfrei oder mit wenig Krystallwasser, aus Lösungen von niederer Temperatur dieselben Stoffe mit grösserem Wassergehalt. Die Gesetze des Einflusses der Temperatur und der Natur des gelösten Stoffes auf die Löslichkeit sind trotz zahlreicher Untersuchungen bis jetzt nicht ermittelt.[1]) Ueber den Einfluss des Druckes liegen Untersuchungen von Sorby[2]) vor, aus denen hervorgeht, dass bei Salzen, wie der Salmiak, deren Auflösung von Ausdehnung begleitet ist, bei deren Ausscheidung aber Contraction erfolgt, die Löslichkeit mit steigendem Druck abnimmt, während bei solchen, bei deren Auflösung Contraction, bei deren Ausscheidung dagegen Ausdehnung stattfindet, die Löslichkeit durch höheren Druck zunimmt. Das Verhalten gesättigter, homogener Lösungen, wenn verschiedene Theile verschiedene Temperatur haben, ist von Soret[3]) studirt und kommt er zu dem Ergebnis, dass ungleichmässige Vertheilung des Salzes im wärmeren und kälteren Theil resultirt, und zwar eine Anreicherung des Salzes im kälteren Theil. Die Untersuchungen gesättigter Lösungen von Salzgemengen

---

[1]) Gay-Lussac, Ann. chim. phys. 1819, 11, pag. 296. — Alluard, Compt. rend. 1864, 59, pag. 500. — Poggiale, Ann. chim. phys. 1843, 8, pag. 463. — Kremers, Pogg. Ann. 1856, 97, pag. 1; Ibid. 1856, 99, pag. 25 etc. — Nordenskjöld, Pogg. Ann. 1869, 136, pag. 309. — Kremers, Pogg. Ann. 1854, 92, pag. 497; Ibid. 1855, 94, pag. 87 u. 255 u. ff.

[2]) Proc. Roy. Soc. 1863, 12, pag. 538.

[3]) Ann. chim. phys. 1881, (5), 22, pag. 293.

Digitized by Google

von Karsten[1]), Hauer[2]) und Rüdorff[3]) haben gezeigt, dass gewisse Salze sich aus ihren Lösungen zu verdrängen vermögen, andere dagegen ebensoviel oder noch mehr von den Salzen beim Mengen der Lösungen aufnehmen können, wie die ursprünglichen getrennten Lösungen. Beim Gefrieren von Salzlösungen scheidet sich zuerst der im Ueberschuss vorhandene Körper, das Lösungsmittel aus und dann das Kryohydrat — ein Gemenge von Eis und Salz (bei wässerigen Lösungen).[4]) Wöhler[5]) hat darauf aufmerksam gemacht, dass der Schmelzpunkt der amorphen Modification eines Körpers niedriger ist als der krystallisirten. Es ist bekannt, dass man geschmolzene Flüssigkeiten weit unter den Erstarrungspunkt erkalten lassen kann, ohne dass sie erstarren. Bei Berührung einer solchen überkalteten Flüssigkeit mit einem bereits starren Stück desselben Körpers, beginnt dieselbe sofort zu erstarren, wobei die Temperatur bis höchstens auf die des Schmelzpunktes sich erhebt. Eine interessante Beobachtung theilt Ostwald[6]) mit. Er tauchte in geschmolzenes und überkaltetes unterschwefligsaures Natron einen mit dem erstarrten Salze überzogenen Glasstab und es gelang leicht, denselben nach einigen Augenblicken mit den angeschossenen Krystallen aus der Flüssigkeit zu entfernen, ohne dass diese zu erstarren fortfuhr. Er schliesst daraus, dass die Erstarrung durch eine specifische Wirkung des Körpers bedingt wird. Für übersättigte Lösungen gilt dasselbe. Ihr Verhalten ist Gegenstand überaus zahlreicher Abhandlungen geworden. Die Uebersättigung einer Lösung wird durch das Eintauchen eines Krystalls des gelösten Salzes aufgehoben; dasselbe veranlassen isomorphe Krystalle; der Uebersättigungszustand ist kein abnormer, denn Coppet[7]) hat an übersättigten Lösungen dieselben Gesetze gefunden, wie für die gesättigten. Die Erscheinung ist eine allgemeine Eigenschaft aller löslichen Stoffe. Im allgemeinen neigen wasserhaltige Salze zur Ueber-

[1]) Abh. d. Berl. Akad. 1841.

[2]) Journ. f. prakt. Chem. 1866, 98, pag. 137 und Ibid. 1868, 103, pag. 114.

[3]) Pogg. Ann. 1873, 148, pag. 456 u. 555.

[4]) Guthrie, Philos. Mag. 1875, (4), 49, pag. 1 ff.; Ibid. 1876, (5), 1, pag. 49 und (2) 211.

[5]) Pogg. Ann. 1841, 54, pag. 255.

[6]) Lehrb. d. allg. Chem. 1885, Bd. I, pag. 730.

[7]) Ann. chim. phys. 1871, (4), 23, pag. 366; Ibid. 1872, 25, pag. 502 und 1872, 26, pag. 98.

Digitized by Google

sättigung, wasserfreie weniger. Salze, die in gut ausgebildeten Krystallen anschiessen, besitzen die Fähigkeit, übersättigte Lösungen leicht zu bilden, schlecht krystallisirende dagegen schwer. Eine übersättigte Lösung von Nickelsulfat lässt verschiedene Formen von verschiedenem Wassergehalt fallen, je nachdem man verschiedene Vitriole zur Aufhebung der Uebersättigung anwendet. Gernez[1]) stellte auf diese Weise nach Willkür aus den Lösungen des traubensauren Natron-Ammoniaks rechts- und linksdrehende Krystalle dar.

Aus dem Verhalten der wasserhaltigen Salze beim Herausfallen aus übersättigten Lösungen folgt nun, dass die wasserhaltigen Salze in der Lösung nicht mit ihrem Krystallwasser verbunden zu existiren brauchen; sollte dieses aber dennoch statthaben, so müssen die entsprechenden Hydrate sehr unbeständig sein. Nach Bunsen's Versuchen findet bei Körpern, die beim Schmelzen Volumvergrösserung zeigen, eine Schmelzpunktserhöhung statt. Schliesslich sei der bekannten Thatsache Erwähnung gethan, dass die Schmelzpunkte von Gemengen (Legirungen) niedriger liegen als diejenigen der Gemengtheile.[2]) Das wäre, kurz zusammengefasst, Alles, was man bis heute über diese Vorgänge Wesentliches zu Tage gefördert hat, und welches auch für die Vorgänge im Schmelzmagma von Belang ist. Dass aber zwischen erstarrenden Salzlösungen und schmelzenden Flüssen kein wesentlicher Unterschied besteht, hat schon Bunsen[3]) vor längerer Zeit ausgesprochen; es ist ja auch klar, dass es gleichgiltig für das Wesen der Vorgänge und die Gesetzmässigkeit derselben sein kann, ob ein Gemenge bei 0° oder bei 1000° fest wird, wenn nur die Verbindungen bei den entsprechenden Temperaturen beständig sind und keine Dissociation eintritt.

Bei der Anwendung der Gesetze und der für Lösungen gefundenen Erfahrungen auf das Silicatmagma drängt sich vor allen Dingen die Frage auf: Welches Lösungsmittel ist im Magma vorhanden, oder mit anderen Worten, welches Silicat ist Glas κατ' ἐξοχήν, die am wenigsten von allen zur Krystallisation befähigte Substanz im Magma? Mir scheint aus allen meinen Analysen der

---

[1]) Compt. rend. 1867, 63, pag. 843.

[2]) Dasselbe gilt für die Kalknatronfeldspathreihe.

[3]) Z. d. d. g. G. 1862, 13, pag. 62.

Digitized by Google

Basis [1]), sowie aus den Umsetzungsversuchen hervorzugehen, dass diesem Silicat die Zusammensetzung $R_2O.2SiO_2$, worin $R = K, Na$ ist, mit grosser Wahrscheinlichkeit zukommt. Darauf weisen auch die Versuche von Benrath [2]) hin. Auch die Verbindungen $RO.2SiO_2$ und $R_2O_3.6SiO_2$, worin R hauptsächlich Ca, $R = Al$ ist, werden eine ähnliche Rolle spielen, doch nie allein, sondern stets im Verein mit der ersten. Hauptsächlich ist aber die Verbindung $K_2O.2SiO_2$ als typisch zu betrachten. Dieses „Normalglas" vermag sowohl SiO_2, als auch Basen und Silicate aufzulösen, sich damit zu sättigen und beim Abkühlen wieder auszuscheiden. Bei rascher Erstarrung wird die ganze Lösung glasige Structur annehmen. MgO und die Oxyde des Eisens besitzen bei dieser Sättigungsstufe ($RO.2SiO_2$) schon grosse Tendenz zum Zerfallen, und zwar in krystallisirte Verbindungen; dies beweist ein Versuch von Michel Lévy und Fouqué [3]), welche Enstatit, Pyroxen oder Hypersthen mit je 1 Theil SiO_2 zusammenschmolzen und eine vollständig krystalline Masse, bestehend aus den angeführten Mineralen und krystallisirter Kieselsäure (Asmannit oder Tridymit), erhielten. Ebenso ist das reine Silicat $CaO.2SiO_2$ nicht allzu beständig, in Verbindung dagegen [4]) mit $R_2O.2SiO_2$ gibt es ein beständiges Glas, namentlich wenn das Verhältnis $CaO.2SiO_2$ zu $R_2O.2SiO_2$ nicht 1 : 1 überschreitet.

Dass es sich mit SiO_2 zu sättigen vermag und die Lösung $R_2O.3SiO_2$ und $RO.3SiO_2$ nicht mehr so beständig ist, hat Benrath bewiesen, der aus einem solchen Glase Quarz [5]) als Entglasungsproduct erhielt.

Thonerde vermag dieses Glas ($R_2O.2SiO_2$) viel aufzulösen, ohne dass dieselbe dem amorphen Zustande Eintrag thäte, dagegen ist es gegen alle Oxyde der Schwermetalle sehr empfindlich und auch die Magnesia

---

[1]) Die Glas-Anal. 58—60, namentlich letztere (60), repräsentiren fast genau die Verbindung $R_2O.2SiO_2 + RO.2SiO_2$, in welcher noch Al_2O_3 und Fe_2O_3 aufgelöst sind.

[2]) l. c., pag. 51 ff.

[3]) Synthèse des min. 1882, pag. 75 ff.

[4]) Es zerfällt leicht, namentlich bei Gegenwart von überhitzten Wasserdämpfen, in Wollastonit und Quarz. Dies sind aber bereits andere Bedingungen, wie sie im eigentlichen trockenen Schmelzfluss existiren. cf. das bekannte Experiment von Daubrée.

[5]) l. c., pag. 52.

Digitized by Google

veranlasst Ausscheidungen, besonders wenn Al_2O_3 zugegen ist, wobei sich dann Spinelle bilden können, die leicht krystallinisch herausfallen. TiO_2 verhält sich ähnlich. Dieses Verhalten des Lösungsmittels, des Glases, erklärt auch das Sichmeiden gewisser Minerale, so Quarz und Leucit, und das Zusammenvorkommen solcher, wie Olivin und Quarz. Nimmt man die eben charakterisirte Verbindung als Lösungsmittel an, so lässt sich weiterhin die Analogie mit Salzlösungen verfolgen. Es ist schon erwähnt worden, dass bei steigender Temperatur dem Glase eine grössere Menge sowohl Basen, als freie Säure incorporirt werden können, doch wird es gewiss auch hier Verbindungen (Salze) geben, die, wie die im Wasser und anderen Flüssigkeiten löslichen, bei noch weiter steigender Temperatur ausgeschieden werden können. Dadurch werden die Verhältnisse aber sehr complicirt. Lemberg[1]) kommt auf Grund seiner Versuche zu der Annahme, es seien z. B. Albit und Orthoklas Verbindungen der 4basischen SiO_2 u. zw. $R_2O \,.\, Al_2O_3 \,.\, 2\,SiO_2$ mit $4\,SiO_2$, wobei den 4 Molekeln SiO_2 zum Theil die Rolle der Vertreter von Krystallwasser oder Salzen in den Sodalith-, Hauyn-, Cancrinit-artigen Silicaten zukommt. Nach dieser Hypothese würden sämmtliche Feldspathe, Leucit, Nephelin, sowie die Minerale der Sodalithgruppe wesentlich demselben chemischen Typus angehören. Wendet man unter dieser Annahme die Erfahrung, dass aus wässerigen Lösungen bei höherer Temperatur wasserfreies, bei niederer wasserhaltiges Salz krystallisirt, an, so müssen bei höherer Temperatur SiO_2-ärmere, bei niederer SiO_2-reichere Verbindungen entstehen, was ja auch im allgemeinen mit der Ausscheidungsfolge der Minerale im Silicatmagma übereinstimmt.[2])

Betrachten wir das Gesteinsmagma als gemischte Lösung, so muss bei steigendem Druck ein Theil der gelösten Verbindungen, nach Sorby's Gesetz für Lösungen der Salze, als porphyrische Gemengtheile ausgeschieden werden, weil die gesteinsbildenden Silicate, die in der Lösung sind, beim Auflösen eine Ausdehnung, beim Auskrystallisiren eine Contraction erfahren.[3]) Dagegen muss das Lösungsmittel, hier Glas, als homogener Körper dem Gesetz von Thomson-

[1]) Z. d. d. g. G. 1885, pag. 995.

[2]) Für die Bildung auf nassem Wege hat Lemberg dieses erwiesen; l. c., pag. 970 ff.

[3]) cf. Roth, Allg. und chem. Geol. Bd. II, pag. 52.

Digitized by Google

Bunsen des mit erhöhtem Druck steigenden Schmelzpunktes folgen, denn starres Glas schwimmt nicht auf geschmolzenem, wie ich durch Versuche[1]) constatiren konnte. Es müssen sich also porphyrische Einsprenglinge bilden. Wird der Druck vermindert, so löst sich ein Theil derselben wieder auf; darauf ist die Vernichtung oder Corrosion der porphyrischen Gemengtheile zurückzuführen und nicht auf das „Saurerwerden" des Magmas durch Wasserverlust, wie Rosenbusch[2]) annimmt. Wie das Magma überhaupt saurer oder basischer durch den Gehalt oder Verlust unter Druck, also mechanisch, absorbirten Wasserdampfes[3]) werden kann, ist ganz unbegreiflich. Hat denn der Procentgehalt der absorbirten Wasserdämpfe irgend einen Einfluss auf die Acidität des Magma? Mir scheint es ebensowenig, wie eine Lösung eines neutralen Salzes oder auch einer Säure durch die noch so massenhafte Absorption eines indifferenten Gases saurer werden kann. Man müsste erst nachweisen, dass der unter Druck absorbirte oder gelöste Wasserdampf basisches Wasser sei, davon ist man aber noch weit entfernt; diese Annahme hat auch gar keine Wahrscheinlichkeit für sich.[4]) Damit stehen und fallen aber die Deductionen über die lösende Einwirkung durch gestiegene Acidität der Basis oder des Glases auf die bereits gebildeten Krystalle. Noch ein anderer Umstand muss bei der corrodirenden Wirkung in Betracht gezogen werden. Nach Ausscheidung einer Reihe von Gemengtheilen kann die Basis eine chemische Beschaffenheit annehmen, die sehr wohl lösend auf bereits ganz zuerst ausgeschiedene wirken kann, so dass diese, wenn auch nicht zerstört, so doch corrodirt werden können. Diese von der chemischen Zusammensetzung abhängige Wirkung der in ihrem Bestande stets wechselnden Basis wird noch unterstützt, wenn die Lösung im Verlaufe des Krystallisationsprocesses

---

[1]) Diese Versuche sollen später veröffentlicht werden.

[2]) Physiogr. der Mass. Gesteine 1886, II. Aufl., pag. 340.

[3]) Weder die Physik, noch die Chemie kennt darauf eine Antwort, ob absorbirte Gase in flüssigem Zustande in den absorbirenden Flüssigkeiten bestehen, geschweige denn, ob sie eine chemische Verbindung mit diesen letzteren eingehen.

[4]) Bei hoher Temperatur ist die Bildung von Hydraten nicht gut möglich, es sprechen sogar alle bis jetzt bekannten für wässerige Lösungen gesammelten Erfahrungen dagegen. Es müsste ausserdem nachgewiesen werden, dass ein „saureres" Magma leichter Minerale löst, als ein basisches. Dies findet nicht einmal bei den gewöhnlichen Säuren immer statt, mit welchen wir es nicht zu thun haben (Schwefelsäure und Eisen). Verschiedene Minerale werden sich auch verschieden verhalten.

Digitized by Google

mit einer Verbindung stark übersättigt wird, wobei dann bei erfolgender Ausscheidung dieses, der übersättigenden Verbindung entsprechenden Gemengtheils die Krystallisation rasch erfolgt und eine nicht absolut, aber relativ beträchtliche Temperatursteigerung veranlasst. Die Annahme eines Lösungsmittels gestattet auch eine plausible Erklärung einer Erscheinung zu geben, die bisher einer solchen entbehrt. Homogene Salzlösungen, die ungleichmässig erwärmt werden, zeigen, wie erwähnt, nach Soret die Erscheinung einer Anreicherung der Salze im kälteren Theil.[1]) Es gibt nun Gänge, aus eruptivem Magma bestehend, die eine abnorme Structur besitzen, indem der innere Theil glasig und kryptokrystallin ist, der äussere, peripherische dagegen eine bessere Individualisirung der Gemengtheile erfahren hat. Bei Dünnflüssigkeit[2]) des Magma und bei langsamer Abkühlung desselben musste in demselben, wie in einer Salzlösung, eine Saigerung stattfinden, im kälteren, also peripherischen Theil eine Anreicherung der gelösten Salze, im Inneren eine des Lösungsmittels, hier des Glases, erfolgen, d. h. der Gang erstarrte äusserlich krystallin, im Innern glasig. Ist ein Magma an und für sich zähe, oder erfolgt die Abkühlung sehr rasch, so wird die Beweglichkeit der Theilchen dadurch behindert und der Saigerungsprocess kann nicht stattfinden, dann wird die Masse, der allgemeinen Regel entsprechend, im Innern mehr individualisirt sein, als peripherisch. Treffen bei der Förderung im vulcanischen Schlot oder in einer Spalte zwei Schlieren, aus verschiedener Tiefe stammend, zusammen, so muss bei verschiedener Zusammensetzung derselben, z. B. „normalpyroxenischer“ und „normal-

---

[1]) Die Annahme von Rosenbusch, dass die Effusivgesteine deshalb saurer sind, weil das homogene Magma beim Emporsteigen eine Scheidung nach specifischem Gewicht erfuhr, wobei schwereres zurückblieb, steht direct in Widerspruch mit der Thatsache, die auf Grund der Untersuchungen von Liebe (Liebig's Ann. 1857, 101, 77) als erwiesen gilt, dass homogene Lösungen von der Schwere nicht beeinflusst werden. Die Versuche von Bischof (Chem. Geol. II, 1712) sind nicht einwurfsfrei. — cf. Rosenbusch, Mass. Gest. 2. Aufl., 339.

[2]) Die Anschauung, dass das sauere Magma stets schwerer schmelzbar, also auch zäher, das basische dünnflüssiger sein müsse, ist nicht richtig. Es hängt dieses wesentlich von der Natur der mit der Kieselsäure verbundenen Basen ab. So ist die Glasbasis immer leichter schmelzbar, als das ganze Gestein und doch ist sie fast durchgängig sauerer als dieses. Vergleiche auch die Analysen und Text auf pag. 490—492. (Anal. 80, 81, 87, 93, auch 58, 59, 61.) Basalt- und saueres Obsidianmagma sind strengflüssig.

Digitized by Google

trachytischer"[1]), nach Analogie der Lösungen verschiedener Salze, entweder eine Verschmelzung beider ohne weitere Folgen, oder aber eine Verdrängung eines Theiles der löslichen Verbindungen durch andere statthaben. Es können also im letzteren Falle Spaltungen veranlasst werden, die ganz abweichend von denen in den beiden ursprünglichen sich berührenden oder auch später vermischten Magmen, sind. Oft erscheinen in Eruptivmassiven gangartige Einlagerungen oder innig mit der umgebenden Masse verschmolzene Gänge eines anderen Gesteins, die sehr schwer als solche zu deuten sind. Es ist möglich, dass solche Gänge nicht späteren Eruptionen ihre Entstehung verdanken, sondern ihre abweichende Structur und mineralische Zusammensetzung der Berührung oder Vermischung von Schlieren, die gleichzeitig gefördert wurden, verdanken.[2]) Nach der hier vertretenen Anschauung würde die normaltrachytische, specifisch leichtere Masse einer Lösung von freier SiO_2 und sauren Verbindungen in alkalireichem Glase, die normalpyroxenische, aus grösserer Tiefe stammende, einer solchen von freien Oxyden und basischen Verbindungen in einem kalkreichen entsprechen. Der Gehalt an SiO_2 könnte dabei, z. B. bei Temperatursteigerung, ein höheres Mass erreichen, als in der normaltrachytischen Masse Bunsen's, ebenso würde das basaltische Magma unter Umständen basischer sein als das normalpyroxenische.

---

[1]) Ich halte die Bunsen'sche Hypothese über die Entstehung der verschiedenen Laven für längst nicht abgethan. Mit der Sartorius'schen Modification des Unter- und nicht Nebeneinanderliegens der verschiedenen Magmaherde ist sie noch einer durchaus fruchtbaren Entwicklung fähig und jedenfalls vermag sie Vieles zu erklären, was die moderne Petrographie am liebsten unberührt lässt, oder wofür sie Surrogathypothesen von sehr zweifelhaftem Werth bietet, wie z. B. die schlierige Durchtränkung etc. Es kommt doch schliesslich auf die Annahme verschieden beschaffener Magmen heraus. Die neueren Anschauungen über die Constitution der Minerale, die von Tschermak und Rammelsberg angebahnte Betrachtung derselben als Mischungen isomorpher Grundverbindungen ist ja weiter nichts als die Uebertragung des Gedankenganges Bunsen's über die Verschiedenheit der Constitution der Laven und Eruptivgesteine auf die Minerale. Es haben denn auch Forscher wie Richthofen, Roth, Hochstetter, Durocher, Scheerer, Zirkel, die das Mikroskop nicht für die Pythia halten, die auf alle Fragen eine Antwort weiss, den Grundgedanken Bunsen's kritisch zu würdigen und weiter zu entwickeln versucht. cf. zuletzt v. Richthofen, Führer f. Forschungsreisende. Berlin 1886, pag. 536.

[2]) cf. Reyer, Beitrag zur Physik der Eruptionen. 1877. pag. 141. Dabei muss durch die Verschmelzung zweier verschiedener Magmen der Schmelzpunkt des Gemenges verschoben werden, dadurch kann aber im Magma eine ganz abweichende Spaltung eingeleitet werden.

Digitized by Google

Die Beobachtungen bei der Erstarrung von Salzlösungen und die sich aus ihnen ergebenden Gesetzmässigkeiten, die Bildung von Kryohydrat wiederholen sich auch bei der Erstarrung von geschmolzenen Salz- oder Metalllegirungen und finden hierbei ganz analoge Spaltungen statt. Das „Lösungsmittel“ scheidet sich zuerst aus, dann erstarren darin Gemenge desselben mit den verschiedenen Verbindungen, die sich gebildet haben. Dieser Umstand ist eine sehr starke Stütze der hier entwickelten Ansicht, dass die restirende Basis das Lösungsmittel sei, oder richtiger, entsprechend dem Kryohydrat, ein Gemenge des Lösungsmittels mit verschiedenen in Lösung gewesenen Salzen; das Lösungsmittel selbst wird dann am wahrscheinlichsten den genannten zweifachsauren Silicaten entsprechen. Das „Kryohydrat“ wird typisch bei mikrofelsitischer Ausbildungsweise der Basis zur Darstellung gebracht; bei kryptokrystalliner Ausbildung hat bereits eine reichlichere Ausscheidung von „Salz“ stattgefunden. Die Erstarrung eines Magmas unter Druck wird im allgemeinen einen anderen Verlauf nehmen, als ohne denselben. Ich sehe hier ab von der „Durchtränkung“ des Magma. Es soll zuerst versucht werden, den Einfluss der einen Componente, während die anderen constant gedacht werden, aus Analogien zu eruiren. Druck wirkt auf Schmelzlösungen, die aus Körpern bestehen, die beim Schmelzen eine Volumvergrösserung erfahren, wie Silicate, überkaltend. Beim Erstarren muss daher eine solche Lösung die Erscheinungen überkalteter zeigen. Tritt das Erstarren einmal ein, so muss es rasch und durch die ganze Masse vor sich gehen. Dabei kann ein körniges Gemenge von Mineralen oder von Mineralen und Glas unter Umständen entstehen. Ist die Lösung zugleich mit mehreren Salzen übersättigt, und sie wird es in den meisten Fällen sein, so muss ein granitisch-körniges Gemenge von Krystallen entstehen. Bei langsamer Krystallisation kann ein solches körniges, aus sich gegenseitig in ihrer Form bedingenden Individuen bestehendes Erstarrungsproduct einer Flüssigkeit kaum entstehen. Nicht langsame Krystallisation, sondern rasche Erstarrung unter Druck bedingt die granitisch-körnige Structur, dabei ist langsame Abkühlung durchaus nicht ausgeschlossen, im Gegentheil zur Erzielung der Ueberkaltung und Uebersättigung nothwendig, wenn auch nicht immer z. B. bei Drucksteigerung. Diese Annahme erklärt auch die granitisch-

Digitized by Google

körnige Structur in Gängen und kleinen Stöcken, wie sie häufig beobachtet wird, denn geringe Massen werden leichter überkaltet als grosse. [1])

Die Uebersättigung einer Lösung hängt wesentlich von der Temperatur ab. Daher wird bei allmählig sinkender Temperatur das Magma mit der einen oder anderen Verbindung successive übersättigt werden können. Die Uebersättigung wird durch die Gegenwart eines starren Krystalls des gelösten Salzes aufgehoben, d. h. dasselbe wird herausgefällt. Bei manchen Salzen dauert die Wirkung so lange als der starre Körper in Berührung mit der Lösung ist, wie die oben angeführte Beobachtung von Ostwald beweist. Isomorphe Krystalle wirken ganz ebenso. Dabei geben stark übersättigte Lösungen gute und grosse Krystalle, schwach übersättigte schlecht ausgebildete. Wenn ein Magma, worin bereits Krystalle sich gebildet hatten, das vielleicht unter Druck schon starr war, bei Druckverminderung oder Temperatursteigerung wieder zum Theil in Fluss geräth [2]), so müssen bei eintretender Abkühlung die bereits ausgeschiedenen Mineralindividuen beim Eintritt der Uebersättigung für die verschiedenen Verbindungen das Herausfallen mit ihnen isomorpher Gemengtheile veranlassen. So kann porphyrischer Augit eine zweite Generation von Pyroxen z. B. Akmit (isomorph, aber ganz anders zusammen-

[1]) Der Einwand, dass die Annahme eines Lösungsmittels, hier des Glases, keine körnige Structur ohne Glasresiduum zulässt, weil stets Mutterlauge, also Basis, nachbleiben muss, ist nicht stichhaltig. Es kann eine Sättigung der Lösung eintreten, die eine vollständige Zerfällung des Magma in Minerale bedingt. Der Vorgang wäre analog demjenigen in wässerigen Lösungen gewisser Salze, die bei genügender Uebersättigung durch und durch erstarren. Das Wasser wird eben als Krystallwasser gebunden.

[2]) Dass meist nicht alles wieder gelöst werden wird, liegt daran, dass krystallisirte Modificationen desselben Körpers sowohl schwerer gelöst, als auch schwerer geschmolzen werden, wie die amorphen. Unter allen Gemengtheilen muss die Basis, nicht isolirt, sondern im Magma, am leichtesten schmelzbar sein. Sie wird daher auch zuerst in Fluss gerathen müssen. Wenn auch ein Gemengtheil dabei schmilzt, so muss doch gleich wieder dieselbe Verbindung ausgeschieden werden, weil sich dasselbe Gleichgewicht beim Abkühlen des Magma zwischen Gelöstem und Ungelöstem wieder herstellen muss, wie bei der vorausgegangenen Erstarrung ein solches bestand. So wird corrodirte Hornblende als Augit wieder ausgeschieden. Es liessen sich viele Beispiele anführen. Natürlich können die Gemengtheile auch isomorph weiter wachsen, doch selten. Dazu bedarf es wieder eines stark übersättigten Zustandes, welcher nur unter besonders günstigen Bedingungen (Ruhe, hohe Temperatur etc.) eintreten dürfte.

Digitized by Google

gesetzt), Labradorit eine solche von Oligoklas, Magnetit von Magnetit hervorrufen. Die Zusammensetzung der Gemengtheile der zweiten Generation wird speciell durch die Zusammensetzung des geschmolzenen Antheils des Magma, aus welchem sie krystallisiren, bedingt, ihre allgemeine mineralogische Natur dagegen durch die der Einsprenglinge, mit denen sie isomorph sind. Nur so lässt sich überhaupt eine Recurrenz in der Bildung der Gemengtheile, wie sie in porphyrischen Gesteinen beobachtet wird, verstehen. Wird ein Gemengtheil durch andere umhüllt, so kann der ihm correspondirende Gemengtheil in der Grundmasse (zweiter Generation) fehlen, denn dann hört seine specifische Wirkung auf. Da bei Gegenwart bereits starrer Salze im Magma die Uebersättigung nur einen geringen Grad erreichen kann, weil sie durch dieselben immer wieder aufgehoben werden muss, so ist es erklärlich, dass die Gemengtheile der Grundmasse sehr viel kleiner und schlechter krystallisirt sein werden, als diejenigen erster Generation, vor deren Ausscheidung ein hoher Grad von Uebersättigung eintreten konnte. Dass überhaupt eine Uebersättigung eintreten konnte, liegt an der Zähigkeit des Magma; je dünnflüssiger dasselbe bei der Bildung der Gemengtheile zweiter Generation war, desto schlechter und krystallitenähnlicher müssen diese sein. Man vergleiche nur die Grundmasse der Basalt- und Andesitgesteine mit derjenigen trachytischer. Bei grosser Zähigkeit des Magma (Liparit) hört sehr bald überhaupt jede freie Wanderung der Molekel auf, daher kommt solches hier nicht in Betracht Obige Betrachtungen sind durchaus nicht hypothetischer Art, sie resultiren streng aus Gesetzen, die für krystallisirende Salzgemenge festgestellt worden sind. Weiter ergibt sich, dass die mehr oder weniger vollkommene krystallinische Entwicklung der Gemengtheile der Grundmasse entweder gar nicht oder nur in sehr geringem Masse von der Abkühlungsdauer abhängig ist. Dieses stimmt auch mit der Thatsache überein, dass es grössere homogene Massive eruptiver Gesteine gibt, die im Innern des Stockes dieselbe, oft porphyrisch-glasige Structur besitzen, wie in den peripherischen Theilen. Rosenbusch[1]) der

[1]) Mass. Gest. 2. Aufl. 344.

Digitized by Google

die mehr oder weniger glasige Structur bei gleicher chemischer Zusammensetzung durch die Abkühlungsdauer, d. h. raschere oder langsamere Erstarrung zu erklären sucht, wie es auch allgemein geschieht, vermag diese Erscheinung durch seine Annahme nicht zu erklären. Natürlich wird sehr rasche Abkühlung jegliche Krystallisation verhindern können, dagegen braucht aber eine langsame nicht eine vollkommenere Entwicklung der Gemengtheile zu bedingen; der begünstigende Einfluss der langsamen Temperaturerniedrigung bei der Ausbildung der Grundmasse geht nur bis zu einer gewissen Grenze und ist ein sehr beschränkter. Da die Einsprenglinge eine Function der chemischen Zusammensetzung des Magma sind, so ist, kurz gefasst, die Natur und Ausbildung der Gemengtheile zweiter Generation (Grundmasse) eine Function der Natur der Gemengtheile erster Generation, d. h. direct von diesen abhängig. Was nun die Bildung der porphyrischen Gemengtheile betrifft, so haben wir gesehen, dass Silicatlösungen von *K*-Verbindungen und SiO_2 schwer, von *Na*-Silicaten leichter, von *Ca*-, *Mg*-, *Fe*-Salzen und den Oxyden am leichtesten gesättigt, dagegen in umgekehrter Folge übersättigt werden.[1]) Am leichtesten wird eine Uebersättigung also mit *K*-Silicat erzielt werden können. Salze, die aber stark übersättigte Lösungen geben, krystallisiren auch gut, wobei die Krystallisation, wird der Uebersättigungszustand einmal aufgehoben, meist rasch erfolgt und wohlausgebildete grössere Individuen aber in geringerer Anzahl entstehen. Das Gegentheil findet bei den leicht das Glas sättigenden aber schwer übersättigenden gelösten Verbindungen statt. Betrachtet man daraufhin die gesteinsbildenden Gemengtheile, so findet man, dass die Einsprenglinge streng diesen Anforderungen entsprechen. Der Orthoklas und Sanidin, Leucit erscheinen, auch absolut genommen, als grösste Krystallindividuen, dann kommt der Quarz und die Kalknatronfeldspathe, weiter die normalsilicatischen (Augit, Hornblende) Minerale[2]), am kleinsten und schlechtesten ausgebildet sind in der Regel die freien

---

[1]) Leicht lösliche Salze können stärker eine Lösung übersättigen als schwerlösliche.

[2]) Mir erscheint es durchaus richtig für die Verbindungen $RO . SiO_2$, nach der Analogie mit den kohlensauren Salzen, die Bezeichnung Normalsilicat, nach dem Vorschlage Rammelsberg's, zu gebrauchen. cf. Rammelsberg, Chemische Natur der Mineralien. 1886.

Digitized by Google

Oxyde, wie Magneteisen etc. Dabei muss noch erwähnt werden, dass, je grösser die Individuen sind, desto rascher sie sich gebildet haben. Die Einschlüsse von Glasbasis, die häufig den Krystall fast vollständig ausfüllen, und von fremden Mineralkörpern in grösseren Krystallen weisen auch darauf deutlich hin; die sich langsam entwickelnden Minerale zweiter Generation sind in der Regel sehr arm an solchen. Verbindungen, die leicht eine hohe Uebersättigung erzielen lassen, können bei rascher Krystallisation wohlgebildete und grosse Krystalle geben, schwer übersättigende geben nur bei sehr langsamer Krystallisation wohlausgebildete Krystalle. Es findet also genau das Umgekehrte statt, als allgemein und auch von Rosenbusch[1]) angenommen wird, im Schmelzmagma bilden sich die porphyrischen Gemengtheile rasch, die Grundmasse wird langsamer zerfällt.[2]) Am ausgesprochensten ist dieses bei den vitroporphyrischen Gesteinen. Bei der Bildung der Silicate auf nassem Wege muss die Krystallisation sehr langsam vor sich gehen, um gut entwickelte und grosse Individuen zu liefern, weil die Stoffe in äusserst geringen Mengen löslich sind, und daher eine Uebersättigung sich kaum erzielen lässt. Also umgekehrt, wie im Schmelzmagma. Noch ist auf einen Umstand hinzuweisen, der bis jetzt vollständig übersehen worden ist und dem eine sehr hohe Bedeutung zukommt. Das Beispiel des Nickelsulfats, welches oben angeführt wurde, beweist, dass aus übersättigten Lösungen dieses Salzes, je nachdem man die Uebersättigung durch verschiedene Vitriole mit verschiedenem Wassergehalt aufhebt, sich dem die Uebersättigung aufhebenden Vitriol entsprechende Nickelsulfate (mit verschiedenem H_2O-Gehalt) ausscheiden. Betrachtet man den weiter oben entwickelten Anschauungen Lemberg's gemäss einen Theil der SiO_2 als Vertreter des Krystallwassers oder der mit den Silicaten leicht Verbindungen eingehenden *Cl*- und anderen Verbindungen, so wird ein und dasselbe übersättigte Magma durch

---

[1]) Mass. Gest. 2. Aufl., Einleitung, u. N. J. 1882, II, pag. 13.

[2]) Es gibt Gesteine bei denen die Grundmasse grobkörniger und besser individualisirt ist als die porphyrischen Einsprenglinge; bei diesen findet natürlich das Umgekehrte statt. Für raschere Ausscheidung im Anfang sprechen auch die Erscheinungen am Sanidin und Augit; diese wachsen anfangs rasch, dann langsamer, wie es ja auch die Verhältnisse bei Uebersättigung erheischen. cf. auch Rosenbusch, Phys. d. Min. 2. Aufl., 181.

Digitized by Google

verschiedene Silicate zur Ausscheidung verschiedener Minerale veranlasst werden können. Sanidin kann z. B. die Abscheidung von Sanidin bewirken, ein Leucitkrystall dasselbe Magma zur Leucitbildung zwingen. Auch ohne die Lemberg'sche Annahme muss dieser Vorgang stattfinden. Die Möglichkeit ist also vorhanden, dass ein Magma, welches auf seinem Wege durch bereits festgewordene Massen und Schichten, ein Silicatgestein — ob metamorph oder eruptiv, ist gleichgiltig — durchbricht oder einhüllt, dadurch zur Ausscheidung isomorpher, den Gemengtheilen des durchbrochenen oder eingehüllten Gesteins entsprechender Minerale veranlasst werde. Trotz chemischer Verschiedenheit des Gesteins und des aufsteigenden Magma, könnte daraus, wie so häufig, eine grosse Aehnlichkeit in der mineralogischen Zusammensetzung resultiren, dabei aber die Spielarten der Minerale in beiden recht verschiedene sein.[1]) So kann Augit die Ausscheidung von Akmit, als eines isomorphen Silicats, Albit von Labradorit, Tremolit von basaltischer Hornblende bedingen. Auch vermag ein und dasselbe (chemisch) Magma sehr verschiedenartig, je nachdem es in Berührung mit verschiedenen bereits fertigen Silicaten kommt, zerfällt zu werden. Ist dieses vielleicht einer der Gründe der wechselnden mineralogischen Zusammensetzung chemisch gleicher Gesteine? Findet der Satz von J. Roth[2]), dass die Gleichförmigkeit der Gesteine mit dem Alter zunimmt und am grössten bei den Laven ist, darin seine innere Begründung? Jedenfalls ist diesem Umstande gar keine Aufmerksamkeit geschenkt worden, trotzdem er ein wichtiger Factor bei der Einleitung der Krystallisation im Magma sein muss. Was nun den Satz von Rosenbusch[3]) betrifft, die Ausscheidungs-

---

[1]) Vindicirt man der Mineralspecies einen beträchtlichen Spielraum, als einer Legirung isomorpher Silicate in verschiedenen Verhältnissen, wie es heute geschieht, so wird durch mineralogische Gleichheit durchaus nicht immer eine chemische bedingt werden. cf. Roth, All. Geol. II, pag. 70.

[2]) Gesteinsanalysen in tabell. Uebers. 1861, pag. XIX, und Beiträge zur Petrographie der plut. Gest. 1869, pag. 72.

[3]) Mass. Gest. 2. Aufl., pag. 10, 342. Uebrigens hat schon viel früher Tschermak den Quarz als den zuletzt ausgeschiedenen Gemengtheil bezeichnet, wenigstens im Granit; er beansprucht allerdings eine hydrochemische Entstehung für denselben, welche auch viel wahrscheinlicher ist, als die Spaltung des Magma nach Ausscheidung des Glimmers etc. in Feldspath und Quarz. Jedenfalls kann der Quarz in körnigen Gesteinen nicht zuletzt, wie Rosenbusch meint, sondern

Digitized by Google

folge der Gemengtheile geschehe in einem silicatischen Magma nach steigender Acidität derselben, so dass Quarz stets das jüngste Product der Gesteinsbildung sei [1]), so ist schon gezeigt worden, dass derselbe, weit entfernt ein Gesetz sein zu sollen, nicht einmal den Anspruch haben kann, als Regel zu gelten, denn ein Naturgesetz muss ausnahmslose Giltigkeit haben. Es wird vollends über den Haufen geworfen, wenn man die Ausscheidungsfolge zweier aufeinanderfolgender Generationen von Gemengtheilen im Gestein betrachtet, wie z. B. porphyrisch Magnetit, Augit, Plagioklas, dann in der Grundmasse wieder Magnetit, Augit und Plagioklas. Es wird auch nirgends definirt, was unter „Saurerwerden" zu verstehen ist, ob der höhere Procentgehalt an SiO_2, was doch ganz unstatthaft wäre, oder eine andere Sättigungsstufe. Und doch scheint es aus Rosenbusch's Darlegungen hervorzugehen, dass er auch ersteres im Auge hat. [2])

Die Ausscheidungsfolge nach steigendem SiO_2-Gehalt hat auch keine innere Begründung. Der Schwerpunkt liegt nicht im SiO_2-Gehalt. Die Sphärolithe sind sämmtlich saurer als die Basis, meist auch wie das ganze Gestein. Die Basis der SiO_2-armen Gesteine hat fast genau denselben SiO_2-Gehalt, wie das ganze Gestein, wie die Analysen zeigen; bei Felsitporphyren, also sehr sauren Gesteinen, ist der Unterschied in der Zusammensetzung der Basis und des Gesteins ebenfalls ein geringer, dagegen zeigen die Gesteine mit mittlerem SiO_2-Gehalt den grössten Unterschied der Analysen der Grundmasse und der Bauschanalyse. Die Wiederschmelzung des theilweise consolidirten Magma und die Annahme einer Unterbrechung der Krystallisation, eines Hiatus zwischen der Bildung der porphyrischen Gemengtheile und derjenigen der Grund-

nur mit einem anderen Gemengtheil zugleich aus einem Schmelzfluss sich ausscheiden. cf. Tschermak, Sitzungsber. d. k. k. W. Akad. d. Wiss. Bd. XLVII, pag. 207 ff. Tschermak bewies in derselben Abhandlung für den Granit von San Domingo schon damals die sich wiederholenden Bildungen derselben Minerale in aufeinanderfolgenden Perioden.

[1]) Fouqué und Michel Lévy erhielten beim Zusammenschmelzen von einem Theil SiO_2 mit einem Theil Pyroxen zuerst SiO_2 und dann erst krystallisirte der Augit. Siehe oben l. c., pag. 75 ff.

[2]) Dies geht auch aus der Annahme des „Sauerwerdens" des Magma durch Verlust mechanisch unter Druck absorbirten H_2O bei der Eruption der Ergussgesteine hervor. cf. Rosenbusch, Mass. Gest. 2. Aufl., 340.

Digitized by Google

masse ist plausibel und hat die grösste Wahrscheinlichkeit für sich [1]; wie erklärt sich aber die Recurrenz, das Wiedererscheinen von basischen Verbindungen in zweiter Generation nach Rosenbusch's Annahme? Man findet darauf keine Antwort in seinem neuesten Werk. Die Annahme eines Lösungsmittels, sodann als massgebenden Factors bei der Ausscheidung, der Massenwirkung, der Affinität der Basen unter einander, wie sie oben dargelegt wurde, der Uebersättigung [2], gibt dagegen eine ungezwungene Erklärung dieser Erscheinungen. Gegen die Annahme des oben gekennzeichneten Silicats als Lösungsmittel wird vielleicht eingewendet werden, es sei dasselbe nirgends als Basis gefunden worden. Dagegen lässt sich aber anführen, dass man nie reines Wasser als Mutterlauge der darin krystallisirten Salze beobachtet hat, ebensowenig wie sich aus Legirungen das Lösungsmittel als reines Metall auszuscheiden vermag. Die Zusammensetzung der Mutterlauge wird aber dem relativen Verhältnis der Mengen der krystallisirten Salze entsprechen, daraus folgt, dass die chemische Zusammensetzung der Basis indirect von der chemischen Zusammensetzung des Gesteines, dagegen direct von den relativen Mengen der abgeschiedenen Gemengtheile und deren chemischer Zusammensetzung abhängig ist.

Ich will an der Hand dieser Ergebnisse kurz die Ausscheidungsfolge der Minerale im Magma betrachten.

Im grossen Ganzen ist bereits bei der Besprechung der Sättigungs- und Uebersättigungscapacität der verschiedenen Verbindungen die Ausscheidungsfolge begründet worden. Hier sei es gestattet, speciell auf den Gegensatz zwischen *K* und *Na* zurückzukommen. Ist in einem an zweiwerthigen Metallen armen Magma von vorneherein oder in irgend einem Stadium der Krystallisation ein grosser

---

[1]) Diese Annahme ist übrigens nicht neu, Roth, Fuchs, Zirkel, Scrope und auch andere Petrographen und Vulcanologen haben diese Erscheinung früher hervorgehoben.

[2]) Dass Uebersättigung auch im bewegten Magma statthaben kann, beweisen die Versuche von L. Wulff, Ueber Krystallisation in bewegter Flüssigkeit, wobei schöne Krystalle erzielt wurden. Z. f. Kryst. 1885, XI, 120.

Digitized by Google

Ueberschuss an *K* vorhanden, dabei das Magma[1]) verhältnismässig sauer, so wird Orthoklas krystallisiren. Ist zugleich *Na* in ungefähr gleicher Menge vertreten, so krystallisirt zuerst Albit-Oligoklas oder Anorthoklas, dann erst Sanidin. Die Tendenz der *Na*-Silicate, herauszufallen, äussert sich auch darin, dass *Na* in die Thonerde-Augite und Hornblenden, auch bei primärer Ausscheidung derselben, gern in geringer Menge eintritt: dass Natronsilicate stets geringere Mengen *K* enthalten, als Kalisilicate *Na*. Sodalith, das *Na*-reichste Silicat, ist stets älter als Nephelin, dieser älter als die *Ca*-*Na*-Verbindungen[2]) (Plagioklase), Hauyn ebenfalls. Leucit und Sanidin sind stets jünger (mit Ausnahme *Ca*-reicherer Plagioklase) als diese Gemengtheile. Sie ordnen sich im allgemeinen nach zunehmendem SiO_2-Gehalte, der eigentliche Grund ist aber ein ganz anderer. Für die leichtere Ausscheidung der *Na*-Silicate gegenüber den *K*-Silicaten spricht auch ausser allen den angeführten Gründen noch das fast gänzliche Fehlen vitrophyrischer und hyaliner Ausbildung der natronreichen Phonolithe, Nephelingesteine und Eläolithsyenite, während die Leucit- und Orthoklasgesteine viel häufiger diese Modificationen aufweisen. Endlich ist das Vorwalten des *K* dem *Na* gegenüber, oder richtiger, die Verschiebung des Verhältnisses beider Alkalien in der Basis, wie solches alle Analysen zeigen, entscheidend. Die Begründung der Ausscheidungsfolge der übrigen Gemengtheile ist aus dem bereits Angeführten verständlich, daher kann ich mir ein weiteres Eingehen auf diesen Gegenstand ersparen.

Die Ausscheidungsfolge der Verbindungen ist allgemein folgende: Oxyde, reine *Fe*-Silicate, *Mg*-Silicate, *Fe* + *Mg*-, *Mg* + *Ca*-, *Mg* + *K*- (respective *Fe* + *K*-), *Ca*-, *Ca* + *Na*-, *Na*- und schliesslich *K*-Silicate, freie SiO_2, doch nicht immer, manchmal vor *K*-Silicat, wenn auch selten; meist mit den Alkalisilicaten zugleich.[3])

Die Glasbasis hat in saueren und in basischen Gesteinen fast den gleichen Kieselsäuregehalt wie das Gesammtgestein, in solchen von

---

[1]) Es ist immer die jeweilige Zusammensetzung des Magma oder richtiger des noch flüssigen Antheils des Magma zur Zeit der Ausscheidung des betreffenden Gemengtheiles gemeint.

[2]) Rosenbusch, Physiogr. d. Min. 2. Aufl., pag. 284, 361.

[3]) Thonerde tritt verhältnismässig spät in die Molekel der verschiedenen Gemengtheile ein.

Digitized by Google

mittlerem SiO_2-Gehalt (circa 55—65 Procent) ist sie sauerer als dieses; in sehr saueren (quarz- und sphärolithhaltigen) ist sie basischer, in sehr basischen dagegen sauerer als das Gesammtgestein. Die Annahme eines Glases, wie es bereits gekennzeichnet wurde, als Lösungsmittel in der Basis, lässt dieses Verhalten begreifen. Das „Glas“ [1]) vermag beträchtliche Quantitäten SiO_2 aufzulösen, bevor eine Uebersättigung eintritt, daher kann die Basis sehr sauer werden, ohne dass in ihr Ausscheidungen sich bilden; ist die Grenze aber überschritten, so fällt Quarz (überhaupt freie SiO_2) heraus oder die Uebersättigung wird durch Abscheidung „übersauerer“ Sphärolithe aufgehoben. In diesem Falle ist die Basis basischer als das Gesammtmagma. Da die Verbindungen mit besonders stabilen Gleichgewichtslagen der Molekel, die gesteinsbildenden Minerale (Silicate), im allgemeinen weniger SiO_2 enthalten, als das Normalglas, besonders das CaO-haltige ($K_2O \,.\, 2\,SiO_2 = 56\,SiO_2$ und $44\,K_2O$; $Na_2O \,.\, 2\,SiO_2 = 66\,SiO_2$ und $34\,Na_2O$; $CaO \,.\, 2\,SiO_2 = 68\,SiO_2$ und $32\,CaO$; $Al_2O_3 \,.\, 6\,SiO_2 = 81\,SiO_2$ und $19\,Al_2O_3$ in runden Zahlen), so muss die Lösung derselben, die Basis, in Gesteinen von mittlerem SiO_2-Gehalt sauerer sein als das Gestein selbst. K_2O- und Na_2O-haltige Basis wird in solchen und basischen Gesteinen SiO_2-ärmer sein, als CaO-reiche. Die Basis wird K_2O und CaO in beträchtlicher Menge enthalten können, schwerlich aber Na_2O und CaO zugleich in irgendwie grösserer Quantität. Letzteres kann eher in saueren als in basischen Gesteinen statthaben. Das Glas kann sich auch mit basischen Verbindungen und mit freiem Oxyd sättigen, es wird also auch in dieser entgegengesetzten Richtung, bei den basischen Gesteinen, ein Uebergangsstadium geben, wo Basis, verhältnismässig Alkali-, namentlich K_2O-reiche, und Gestein nahezu gleichen SiO_2-Gehalt haben werden. Hinter dieser Grenze muss die Basis, wenn überhaupt welche auftritt, wieder sauerer als das Gesammtgestein sein. Quantitativ müssen Alkali-, besonders K_2O-reiche s a u e r e Gesteine am meisten und häufigsten Glasbasis führen oder glasig (mikrofelsitisch) ausgebildet sein, dann werden solche mit mittlerem SiO_2-Gehalt (Andesite) folgen. Basische werden arm daran sein, in den meisten Fällen sogar gar keine Basis enthalten, wie die „überbasischen“, kalifreien Melilithbasalte. Das K_2O concentrirt sich, besonders in basischen Gesteinen, in der Basis. Daher werden solche Gesteine, wenn sie Kali

[1]) Namentlich Alkali-, besonders K_2O-reiches.

Digitized by Google

enthalten, auch meist basisführend sein (wenn frisch). Diese aus der Beschaffenheit des Glases und den Löslichkeits- und Uebersättigungsverhältnissen theoretisch abgeleiteten Folgerungen entsprechen aber den bisher in der Natur gemachten Beobachtungen.

Es mögen hier einige Worte über Hornblende- und Glimmerbildung Platz finden. Die Hornblende, wie es scheint auch der Glimmer, repräsentirt dem Augit gegenüber die labile[1]) Modification, denn geschmolzene Hornblende geht direct in Augit über. Im allgemeinen treten diese beiden Gemengtheile, wo sie ursprünglich sind, mit Vorliebe in saureren Magmen auf, als der Augit, auch sind sie meist älter wie letzterer, wenn sie in einem Magma erscheinen. Es scheint, dass die beiden Gemengtheile eines höheren Druckes und namentlich der Gegenwart des Wasserdampfes von hoher Tension zu ihrer Bildung bedürfen. Die Gegenwart des *H* in der Glimmermolekel spricht dafür. Beide Minerale lassen sich auch nicht aus Schmelzflüssen künstlich darstellen. Dass Hornblende sich nach der Eruption in bereits erkaltendem Magma bilden kann, beweist folgendes Beispiel. In einer alten italienischen Sammlung fand sich ein äusserst instructives Handstück einer dunkelgrauen Leucitlava von 1822 vom Vesuv. Dieselbe besteht unter dem Mikroskope aus Leucit (2—4 Millimeter), grossen Augiten (4—5 Millimeter) und Plagioklas. Basis ist sehr spärlich als dünne Metastasis vorhanden. Das Ganze ist von runden, ganz abgeschlossenen, einige Millimeter grossen Poren erfüllt. In diesen Poren liegen frei und oft mit einem Ende frei auskrystallisirt, prachtvolle, schwarze, glänzende, im durchfallenden Lichte braune Hornblendenadeln (nicht Szaboit) bis 5 Millimeter lang und $^1/_2$—1 Millimeter breit, zu mehreren oder einzeln zusammen. Der Prismenwinkel konnte sehr genau gemessen werden; er beträgt 55° 42′. In dem Gestein selbst findet sich keine Spur von Hornblende. Diese scheint erst unter der Einwirkung des in den Blasen der Lava unter hoher Tension befindlichen Wasserdampfes bei verhältnismässig niederer Temperatur und rascher Erkaltung sich gebildet zu haben. Jedenfalls muss der Lavastrom bereits stabil geworden sein, sonst wären die Krystalle in die übrige Masse hinein vermengt worden. Sublimirt können die Nadeln nicht sein, weil die ursprünglichen Dampfblasen ganz geschlossen sind und die Nadeln zu gross und zu wenig zahlreich sind, überhaupt

[1]) O. Lehmann, Z. f. Kryst. 1877, Bd. I. 97.

Digitized by Google

ganz anders wie der Szaboit, der in sammt- und filzartigen Ueberzügen aufzutreten pflegt. Mir ist ein ähnliches Vorkommnis sonst nicht bekannt geworden.

Es soll nicht unterlassen werden, auf eine merkwürdige Regelmässigkeit hinzuweisen, welche Interesse beansprucht. Vergleicht man nämlich die Ausscheidungsfolge der Gemengtheile im allgemeinen mit der specifischen Wärme derselben, so ergibt sich eine gewisse Uebereinstimmung. Leider ist die specifische Wärme nur für eine sehr geringe Anzahl von Silicaten bestimmt, daher ist die folgende Tabelle lückenhaft.

$Zr\,Si\,O_4$	0·132	Kopp.
$Fe_3\,O_4$	0·1677	Regnault.
$Fe_2\,O_3$	0·1669	„
$Ti\,O_2$	0·1716	„
$Cr_2\,O_3$	0·177	Kopp.
$Ca\,Si\,O_3$	0·178	„
$Al_2\,Na_2\,Si_6\,O_{16}$	0·190	„
$Si\,O_2$	0·1903	W.[1])
$Al_2\,K_2\,Si_6\,O_{16}$	0·1911	Regnault.
Glas	0·1976	„ (Zusammensetzung nicht angegeben.)
Sphärolithe aus Obsidian	0·197	W.
Glas desselben Obsidians	0·254	„

Aus der Aufeinanderfolge der Verbindungen in der Tabelle ist es ersichtlich, dass im allgemeinen zunehmender specifischer Wärme abnehmendes Alter der Gemengtheile entspricht. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob diese merkwürdige Regelmässigkeit eine constante oder zufällige ist. Da die mechanische Wärmetheorie keine Beziehungen zwischen Schmelzpunkt und specifischer Wärme aufzustellen vermag, so mangelt jegliche Basis zu einer Erklärung dieser Erscheinung. Immerhin beansprucht sie einige Aufmerksamkeit und Interesse, weil man doch bei der Krystallisation aus Schmelzfluss es hauptsächlich mit Wärmewirkungen zu thun hat. Wichtig wäre eine Untersuchung isomorpher Reihen, wie Plagioklas, Augit. Sicherere Schlüsse würde auf die hier berührten Beziehungen die Untersuchung der Gemengtheile eines und desselben Gesteins erlauben.

[1]) Die mit W. bezeichneten Zahlen sind von Herrn Wulf in meinem Laboratorium erhalten worden; vorläufige Versuche beweisen, dass reiner Orthoklas höhere specifische Wärme besitzt als reiner Albit, doch sind die Bestimmungen noch nicht zum Abschluss gebracht. Es sollen möglichst viele gesteinsbildende Minerale untersucht werden.

Digitized by Google

Was die Frage betrifft, ob der Wassergehalt der silicatischen Gläser und der Glasbasis ursprünglich oder secundär ist, so ist sie meiner Ansicht nach dahin zu beantworten, dass ein primärer, sehr geringer Wassergehalt wohl denkbar, in den vulcanischen Gesteinen, überhaupt den Ergussgesteinen aber sehr unwahrscheinlich ist. Rosenbusch[1]) spricht sich allerdings für die ursprüngliche Natur des Wassers in den Gläsern aus, wobei als bedingendes Moment rasche Erstarrung vorausgesetzt wird. Auf die Unwahrscheinlichkeit einer solchen Annahme hat Lemberg[2]) speciell bei der Pechsteinbildung hingewiesen und seine Ansicht über die Möglichkeit einer späteren Addition des Wassers durch zahlreiche Versuche an Obsidian, Tachylit und Hyalomelan[3]) bestätigt gefunden.

Für den secundären Eintritt des H_2O plaidirt auch Roth in seinem für die genetische Petrographie an wichtigen Beobachtungen so reichhaltigen Buche.[4]) Ein directer Beweis dafür liegt in den Bomben im Schlackenconglomerat von Schwarzenfels vor. Dieselben sind innen ganz krystallin, bis auf einen sehr geringen Gehalt an Basis, die reines Glas ist (cf. das Gestein Anal. 63, es ist aber nicht dasselbe Handstück); die Rinde ist dagegen sehr glashaltig, so dass zwei Drittel der Masse reines Glas ohne jegliche Ausscheidungen sind; darin sind porphyrisch ausgeschieden Plagioklas, Augit und Olivin. Diese Minerale sind innen wie in der Rinde ganz frisch, wenigstens ist unter dem Mikroskop weder im Glase, noch in ihnen eine secundäre Veränderung nachzuweisen. Nach Bestimmungen, die ich ausführte, enthält der innere Theil 0·82 Procent H_2O, der äussere dagegen 2·10 Procent H_2O, das isolirte Glas der Rinde 2·85 Procent H_2O.[5]) Nun ist nicht anzunehmen, dass eine Bombe ursprünglich gebundenes Wasser enthalten sollte, denn eine solche war auch im starren Zustande bei der Eruption einer hohen Temperatur während des Emporschleuderns ausgesetzt; das Glas verliert aber schon bei schwacher Rothgluth fast alles Wasser. Der Hydrotachylit ist ein schwerwiegendes Beispiel. Es ist auch a priori gar kein Grund vorhanden, weshalb Wasser, ohne Veränderung der

[1]) Mass. Gest. 2. Aufl., pag. 400.
[2]) Z. d. d. g. G. 1877, pag. 503 ff. und ibid. 1885, pag. 1005.
[3]) Z. d. d. g. G. 1883, pag. 568.
[4]) Allg. u. chem. Geol. II, pag 62, 70.
[5]) Lufttrocken. Das H_2O ist direct, nicht als Glühverlust bestimmt.

Digitized by Google

Structur, ohne Krystallisation des Glases, sich zu diesem nicht addiren könnte. Ausser der nachträglichen chemischen Bindung und Absorption desselben kann eine beträchtliche Menge noch mechanisch adsorbirt werden, wie Bunsen's[1]) Versuche an Glaswolle zeigen. Dafür spricht auch der rasche Verlust eines Theiles des Wassergehaltes der Gläser beim Stehen über Schwefelsäure. Die Behauptung, dass Glas bei der Einwirkung von heissem Wasser zeolithisirt werden muss, ist nicht genug begründet. Nicht reines Wasser, sondern Alkalicarbonatlösungen und solche von freiem Alkali, wie letztere nach Lemberg[2]) in der Natur häufig vorkommen müssen, zeolithisiren Silicate. Daubrée's[3]) Versuche sind ebenfalls nicht mit reinem Wasser, sondern mit Mineralwasser (Plombières) ausgeführt worden. Der Limburgit vom Kaiserstuhl, sowie zahlreiche Melaphyre mit scheinbar unveränderter Glasbasis mit ihren geschlossenen, durch Zeolithe erfüllten Mandelräumen beweisen eine tiefgreifende Veränderung der sie beherbergenden Gesteine. Denn wo sollte das Material zur Bildung der Zeolithe in den geschlossenen Alveolen herstammen, wenn nicht aus dem Gestein selbst? Trotzdem ist die Basis reines, aber wasserhaltiges Glas, wie Analyse 68 beweist. Es ist demnach höchst wahrscheinlich, dass der Wassergehalt der meisten Gesteinsgläser secundärer Natur ist.

Es ist bereits in der Einleitung darauf hingewiesen worden, dass die Gesteine älterer Perioden stark umgewandelt sein müssen, daher die ursprüngliche Zerfällung des Magma in ihnen nicht rein zur Darstellung gelangen dürfte, auch an den scheinbar ganz frischen. Eine Wiederherstellung des ursprünglichen Typus, wie sie in geistvoller Weise von Inostranzeff[4]) versucht worden ist, kann wohl gedacht werden, doch nur ganz im allgemeinen. Von einer Wiederherstellung der chemischen und also auch genauen mineralogischen Natur der einzelnen Gemengtheile und deren Mengenverhältnisses kann, seitdem es für erwiesen gilt, dass wasserfreie Silicate sich secundär bilden können (Leucit aus Analcim, Orthoklas aus Leucit und nach Zeolithen,

---

[1]) Wied. Ann. 1883, 20, pag. 545.

[2]) Z. d. d. g. G. 1883, pag. 614.

[3]) Études synthétiques de géologie expérimentale. Paris 1878.

[4]) Geologische Beschreibung des Districts von Povenetz im Gouv. Olonetz. St. Petersbg. 1877 (in russisch. Sprache) und Studien über metamorphosirte Gesteine. Leipzig 1879.

Digitized by Google

Hornblende nach Augit), gar keine Rede sein, denn der Verlauf der Processe ist uns qualitativ nur zum Theil, quantitativ ganz unbekannt. Dass z. B. die Granite nicht mehr vollkommen in ihrem ursprünglichen Zustande sich befinden, erhellt schon daraus, dass wohl keinem Granit der „Hans in allen Gassen", wie ihn Rosenbusch[1]) nennt, der Pyrit fehlen dürfte. Die Anwesenheit desselben ist aber stets ein Beweis tiefeingreifender metamorpher Processe. Er erscheint mit Vorliebe in sauren Gesteinen, die einer dauernden Einwirkung von Meerwasser ausgesetzt gewesen sind. Die Untersuchungen von Credner[2]) über die Entstehung der granitischen Gänge des sächsischen Granulitgebirges hat die Möglichkeit einer Hydatogenesis derselben, trotz aller Einwände, überzeugend dargethan. Es soll durchaus nicht behauptet werden, dass alle älteren Gesteine und Granit auf diesem Wege entstanden sind, ich meine nur, dass die älteren Gesteine ursprünglich wohl eruptiv oder intrusiv, aber in ihrem heutigen Zustande metamorph sind. Daher sind die aus der mineralogischen und structurellen Beschaffenheit der älteren Gesteine, zum Theil auch der mesozoischen[3]) sich ergebenden Schlussfolgerungen für die Eruirung der Krystallisationsvorgänge im Magma kaum zu verwerthen. Ich bin mir bewusst, dass alle diese durchaus nicht auf hypothetischer Grundlage ruhenden Betrachtungen den strengen Plutonisten als Ketzerei erscheinen werden, doch dadurch kann an der Sache selbst nichts geändert werden. In der Petrographie lässt sich leider in letzterer Zeit die Entstehung einer extremen plutonistischen Richtung nicht verkennen, die wohl als Reaction gegen die durch Bischof eingeleitete, der jüngsten Vergangenheit angehörige, extrem neptunische aufzufassen ist. Nur eine weitere Entwicklung der anorganischen und physikalischen Chemie kann die Entscheidung über die einschlägigen Fragen bringen. Ebenso scheint man im Begriff zu sein, die an sich höchst wichtige Bedeutung dynamometamorpher Processe (Metamorphose durch Gebirgsdruck) zu überschätzen. Es ist eben das Schicksal der Anwendung aller neuen Gedanken.

---

[1]) Mass. Gest. 2. Aufl., 30. Auch ist Kaliglimmer häufig.

[2]) Z. d. d. g. G. 1875, 27 104 ff.

[3]) In einer früheren Arbeit ist auf die ausschlaggebende Bedeutung der Untersuchung mesozoischer massiger Gesteine für diese Fragen hingewiesen worden; cf. Lagorio, Vergl. petrogr. Studien über Mass. Gest. der Krym. Dorpat 1880, pag. 9 ff.

Digitized by Google

Zum Schluss noch einige Bemerkungen über Classification.

In seinem neuesten, schönen Werke befolgt Rosenbusch das Princip der Trennung in Tiefen-, Gang- und Ergussgesteine. Es ist im Grunde genommen die alte Eintheilung in plutonische und vulcanische, an welcher J. Roth[1]) in richtiger Würdigung derselben, aber in einer mehr vorsichtigen Weise, trotz aller Neuerungen stets festgehalten hat, wie dies ja auch aus den Darlegungen in seiner „Allgemeinen und chemischen Geologie", Bd. II, 1883, zu ersehen ist. Für mich ist das Aufgeben des Alters als Hauptprincip bei der Classification der massigen Gesteine eine erfreuliche Neuerung. Ich habe bereits früher in meinen Arbeiten[2]) auf die Unhaltbarkeit einer solchen strengen Theilung in ältere und jüngere Gesteine hingewiesen, ebenso wie auf die unnatürliche Scheidung in Orthoklas- und Plagioklasgesteine. (Vielleicht durch Alkalifeldspathgesteine — Orthoklas-, Mikroklin-, Albit-, Anorthoklasgesteine — und Kalknatronfeldspathgesteine zu ersetzen?) Ob aber die von Rosenbusch[3]) acceptirten Hauptabtheilungen sich bewähren werden, kann erst die Zukunft lehren. Die supponirte genetisch-geologische Basis ist doch im Grunde genommen eine hauptsächlich structurelle, im übrigen aber sehr hypothetischer Natur.[4]) Denn ob die Finnländische, die Südrussische und Auvergner Granitplatte — es liessen sich noch mehr Beispiele finden, so die tertiären „Granite" von Elba — jemals in der Tiefe erstarrt sind und nicht, mit Ausnahme der Elbaner, stark metamorph sind, lässt sich kaum erweisen. Die südrussischen Granite sind höchst wahrscheinlich nie in grösserer Tiefe gewesen, es fehlen jedenfalls alle Anzeichen grösserer Dislocationen.[5]) Die schwerere Atmosphäre früherer Perioden ist doch reine Hypothese.[6]) Die chemischen Unterschiede der Effusiv-

---

[1]) Kurz vor Rosenbusch sprach sich zu Gunsten dieses Princips Richthofen aus. cf. seinen „Führer für Forschungsreisende". Berlin 1886, pag. 537 ff.

[2]) Andesite des Kaukasus. 1878, und Massige Gesteine der Krym. 1880.

[3]) Für die tertiären Gesteine haben A. Hague und Iddings die Bedeutung der Erstarrung in tieferen Regionen klargelegt. Bull. of the U. S. Geol. Surv. 1885, Nr. 17.

[4]) Es ist Hypothese, dass die Eruption in der Tiefe, Intrusion, die bedingende Ursache der granitisch körnigen Structur ist. Ebensowenig lässt sich nachweisen, dass Felsitporphyr und Felsitpechstein Ergussgesteine sind.

[5]) cf. auch Karpinsky: Ueber den Charakter der Dislocationen in der südlichen Hälfte des Europ. Russlands. St. Ptbg. 1883 (in russ. Sprache).

[6]) Rosenbusch, Mass. Gest. 2. Aufl., 5.

Digitized by Google

und Intrusivgesteine sind so gering, dass sie bei älteren Gesteinen in Umwandlungsprocessen vollauf ihre Erklärung finden können, denn die Effusivgesteine sind ja diesen als Oberflächengesteine mehr ausgesetzt gewesen, ebenso die Ganggesteine, die in, nach Dimensionen geringeren, für Angriffe grössere Oberfläche bietenden Einlagerungen auftreten. Dies kann zur Genüge die etwas höhere Acidität erklären. Es ist ja bekannt, dass die Hochländer Felsitporphyre in reinen Quarzit umgewandelt werden. Dazwischen gibt es alle Uebergänge. Bei jüngeren Gesteinen lässt sich trotz gegentheiliger Behauptung der chemische Unterschied nicht durchführen. Der Basaltobsidian ist nicht saurer als der ganz körnige Basalt. Dieses Eintheilungsprincip involvirt ebensoviel Ausnahmen, wie das auf geologischem Alter basirte. Ob überhaupt Druck, Durchtränkung, das Erstarren in der Tiefe die bedingenden Momente eines mineralogischen, chemischen und structurellen Unterschiedes sind, lässt sich heute nicht im entferntesten mit Sicherheit bejahen oder verneinen. Structurelle Unterschiede sind wahrscheinlich, chemische und mineralogische viel eher nicht. Ob nun ein zum Theil auf Hypothesen beruhendes Princip zur Grundlage der Classification verwendet werden darf, muss ich competenteren Richtern zur Entscheidung überlassen. Die Beantwortung obiger Fragen aber lässt sich nicht von der Petrographie erwarten; die Probleme sind vorwaltend geophysikalischer und kosmischer Natur. Nur von der Entwicklung der experimentellen Geologie, Chemie, Physik, Geophysik und Kosmographie ist ein weiterer Fortschritt in der Erkenntnis zu erhoffen. Erfreulich ist es dennoch, dass die Petrographie zur Petrologie geworden und dass sie bereits in diese Gebiete übergreift. Auch Rosenbusch gehört ein nicht geringer Theil des Verdienstes, unsere junge Wissenschaft so weit geführt zu haben.

Warschau, Mineralogisches Institut, im Januar 1887.

Abkürzungen:

Z. d. d. g. G. = Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin.
N. J. = Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. Stuttgart.
Pogg. Ann. = Poggendorff's Annalen für Physik und Chemie. Leipzig.
Ann. phys. chim. = Annales de Chimie et de Physique. Paris.
Comp. rend. = Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie française. Paris.
Z. f. Kryst. = Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie. Herausg. von P. Groth. Leipzig.

Digitized by Google

XVII. Literatur.

Barrois Ch.: Note s. l. Kersanton de la Rade de Brest. — Ann. Soc. geol. du Nord. Lille 1886.

Brauns R.: Stud. ü. d. Palaeopikrit v. Amelose b. Biedenkopf u. d. Umwandlungsproducte. Mit 3 Fig. — N. J. f. Min. Beilage-Bd. V, 1887.

v. Chrustschoff: Nouvelles synthèses du quartz et de la tridymite. — Bull. Soc. franc. Miner. X, 1, 1887.

Dana E. S.: Ueber den Columbit. Mit 1 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 3, 1886.

Derselbe: On the Crystallization of Native Copper. Mit IV Taf. — Am. Journ. Sci. XXXII, 1886.

Hatle E.: Mineralog. Miscellaneen a. d. Naturh. Museum am Joanneum. — Graz 1887.

Derselbe: Der steirische Mineralog. Anleitung z. Bestimmung der bisher in Steiermark aufgefundenen Mineralien mittelst der einfachsten Versuche. — Graz, Pechel 1887.

Konya S.: Analyse de la Source „Alexandre" de Slanic. — Bull. Soc. des Médecines et Naturalistes de Jassy. I, 1887, Nr. 1 u. 2.

Derselbe: Indices sur l'existence d'une eau sulfureuse à Jassy. — Ebenda, Nr. 3.

Müller K. R.: Beitr. z. Kenntniss d. Kalksteins u. Dolomites. — Inaug.-Dissert. (Leipzig), Chemnitz 1886.

Negri Giov.: Nota cristallogr. sulla apofillite di Montecchio-Maggiore (Vicenza). Mit 2 Fig. — Atti R. Instit. veneto sci., lett. ed arti; V, ser. VI, 1886.

Panebianco R.: Berillo ed altre gemme di Lonedo. Mit I Taf. — Ebenda.

vom Rath G.: Ueber künstl. Silberkrystalle. Mit 8 Fig. — Zeitschr. f. Kryst. XII, 6, 1887.

Derselbe u. M. Bauer: Ueber Cristobalit v. Cerro S. Cristobal b. Pachuca (Mexico). — N. Jahrb. f. Min. 1887, I.

Roemer F.: Granatkrystalle v. d. Dominsel in Breslau. — Sitzber. niederrh. Ges. f. Natur u. Heilk., Bonn 1886.

Schneider O.: Zur Bernsteinfrage, insbes. über sicilischen Bernstein u. d. Lynkurion der Alten. — Dresden, Bleyl 1887.

Weibull M.: Om Fluoceriten från Oesterby i Dalarne. — Geol. Fören. Stockholm Förhandl. VIII, 7. H.

Derselbe: Om manganapatit fr. Vestanå jemte några anmärkingar öfver apatitens sammansättning. — Ebenda.

Druckfehler.

Seite	191	Zeile	8	von	oben	lies:	Hauptaxen	statt	Hauptmassen
„	393	„	2	„	unten	„	1886	„	1887
„	417	„	18	„	oben	„	Herman	„	Herrmann
„	419	„	14	„	oben	„	Pokhausz	„	Poklausz.

Digitized by Google

REGISTER.

L. bedeutet Literaturangabe. — *N. M.* Neues Mineral.

Seite

Adular v. St. Gotthardt, Anal. . . 497
Aetna, Eruption 29
Aetzflächen u. Krystallstructur, Beziehungen 310
Aetzung mit Alkalien, Pyrit . . . 272
Aetzung mit Säuren, Pyrit 248
Aetzversuche am Pyrit 239
Albit v. Kirjabinsk, Anal. 497
— aus Sericitgestein. *L.* 419
Allanite. *L.* 191
Alstonit, chem. Zusammensetzung. *L.* 340
Amphibolit, Hereroland 211
Analysen v. Miner. u. Gest., Belgien . 1
Anatas, Fusch 338
Andesin v. Arcuentu. *L.* 192
— Mte. Somma 181
Andesit Costarica, Anal. 467
— v. Notre Dame de Guadeloupe, Anal. 458
— v. Hlinik, Anal. 466, 492
— v. Toluca, Anal. 457
Anhydrit v. Stassfurt. *L.* 192
— -formation. *L.* 419
Anorthit, Mte. Somma 178
Anorthitgesteine von S. Thomas (Antillen). *L.* 419
Antimonit v. Japan. *L.* 340
Apophyllit, Vicenza. *L.* 530
Argyrodit, neues Silbererz. *L.* . . . 192
Arkose v. Haybes, Analyse 15
Arsenkies. *L.* 419
Arsenopyrit v. Klenócz. *L.* 419
Arzruni A., Mineralog., Süd-Ural. — Nephrit u. Jadeitbeile v. Venezuela, Hissarlik und Sardes. — Manganotantalit, *N. M.*, Ural. — Neues Zwillingsgesetz im regulären System. — *L.* 340
Augit, Mte. Somma 129
— Analyse 480
Augitgneiss, Skapolithführender . . 213

Seite

Augitgneiss, Wollastonitführender . 227
Augit-Skapolithgneiss v. d. Kupfermine, Hereroland 214
Augitporphyr von Pillersee. *L.* . . 415
Augitschiefer, Hereroland 233
Auswürflinge, Noseanführende . . . 356
Auswurfsblöcke d. Mte. Somma . . 113
Azor-Pyrrhit, Lacher-See 388

Bärwald C., Cölestine. *L.* 340
Barrois, Kersanton, Brest. *L.* . . . 530
Baryum- u. Strontiumsulfate. *L.* . . 191
Barytocalcit, chem. Zusammensetz. *L.* 340
Basalte des Elsass. *L.* 418
— des Hegaus. *L.* 416
Basalte, Hereroland 201, 203
Basaltische Gesteine, Weseritz. *L.* . 191
— Lava 84
Bastonit v. Libramont, Analyse . . 21
Bauer M., Hyalosiderit u. Forsterit. Zwillingsbildung b. Schwerspath. *L.* 340
Baumhauer H., Structur und die mikroskop. Beschaffenh. v. Speiskobalt u. Chloanthit. — Auszug nebst Zusatz aus O. Mügge's „Flächenverschiebungen, durch secundäre Zwillingsbildung bewirkt". *L.* . . 340
Baumaterialien der Monumentalbauten Wiens. *L.* 191
Becke F., Aetzversuche am Pyrit . 239
Beckenkamp J., Elasticitätscoëfficienten d. Chrom- u. Eisenalauns. *L.* 414
Becker A., Chem. Zusammensetzg. d. Barytocalcits u. Alstonits. *L.* . 340
Becker G., Washoe Rocks. — Texture of Massive Rocks. *L.* . . . 340
— Cretaceous metamorphic rocks of California. *L.* 190
— Natural solutions of Cinnabar, Gold and associated sulphides . . 414

Digitized by Google

Seite

Bergkrystall v. d. Stillupp 400
— Elasticitätsconstanten. *L.* . . . 192
Bernstein, Sicilien. *L.* 530
Bertrand E., Mesure des indices de réfraction des éléments microscopiques de roches. — Réfractomètre construit spécialment pour l'étude des roches. *L.* 190
Beryll. *L.* 418, 530
— v. Ifinger, Anal. 190
— chem. Zusammensetzung. *L.* . . 418
— Elasticitätsconstanten. *L* . . 192
Bildung u. Umbildung v. Silicaten. *L.* 191
Bombicci S., Sulla contorsione di antimonite del Giappone. — Datolit, Serra dei Zanchetti. *L.* . . 340
Born Max, Bestimmung d. Lichtbrechungsverhältnisse doppeltbrechender Krystalle durch Prismenbeobachtungen. *L.* 340
Bourgeois L., Titanates de baryte et de strontiane cristallisés. — Nouveaux procédés de préparation des carbonates cristallisés. — Préparation d'un silicostannate de chaux correspondant au sphène. *L.* 340
Brauns R., Beurtheilung optisch anomaler Krystalle. — Zur Frage d. optischen Anomalien. — Winkelschwankungen isotroper u. doppeltbrechender regulärer Krystalle. *L.* 340
— Verwendbarkeit d. Methylenjodids b. petrograph. u. opt. Unters. *L.* 190
— Pelaeopikrit. *L.* 530
Brezina A., Krystallf. d. Tellurit. *L.* 190
Brookite v. Magnet Cove, Arkansas. *L.* 415
Brookit vom Schwarzkopf, Fusch . 338
Brügelmann, Ueb. Krystallisation. *L.* 414
Bruhns W., Porphyritzug v. Wilsdruff-Potschappel. *L.* 414
Bücking H., Topas v. S. Louis Potosi u. Durango, Mexiko. *L.* 415
Busatti L., Trachite d. Tolfa. — Fluorite dell' I. Giglio, di Carrara. *L.* 415

Calcit, Mte. Somma 125
— Caledonit. *L.* 418
— Caracolit. *L.* 420
Cathrein A., Chloritoidschiefer von Grossarl. *L.* 331
— Beiträge zur Mineralogie Tirols 400
— Mineralien v. Predazzo. — Verwachsg. v. Ilmenit mit Magnetit. — Zwillingsstreifung am Magnetit. — Gliederung d. rothen Sandsteines in Nordosttirol. — Augitporphyr v. Pillersee. — Proterobas v. Leogang. — Petrographie Tirols (Staurolithglimmerschiefer — Granatamphibolite — Pyroxenserpentine — Turmalingranit — Porphyrite — Pechsteinporphyre). *L.* 415
Chloanthit, mikroskop. Beschaffenh. *L.* 340
Chloritoidschiefer von Grossarl . . 331
Chloritoidschiefer, Fusch 339
Chromalaun, Elasticitätscoëffic. *L.* . 414
v. Chrustschoff K., Eigenth. access. Gemengtheil d. Granitporphyrs von Beucha u. d. Phonoliths von Olbrück. — Péridotite (détroit de Magellan). — Nouveau minéral d. spinellides, phonolithe d'Olbrück. — Nouveau minéral de la roche de Beucha. — Péridotite de „Goose Bay". — Lithologie de la Volhynie (I. part.). *L.* 415
— Synthèse d. quartz et tridymite. *L.* 530
Clarke F. W., Lithia Micas. I. Lepidolites of Maine. II. Iron-Lithia Micas of Cape Ann. *L.* 415
— and J. S. Diller, Tourquois from New-Mexico *L.* 415
— — Topaz, Stoneham. *L.* . . . 190
Cölestin. *L.* 340
Cölestin v. Lüneburg. *L.* 418
Columbit. *L.* 530
Cotopaxi, Eruption 28
Cristobalit. *N. M.* — *L.* 530
Cronstedtit v. Kuttenberg. *L.* 192, 416
Cross Whitmann, Topaz and Garnet in Lithophyses of Rhyolite. *L.* . 415
— and L. G. Eakins, On Ptilolite, a new Mineral. *L.* 415

Dacit, Colorado, Anal. 454
Dana E. S., Brookite Magnet Cove, Ark. — Crystallizat. of Gold. — Progress in Mineralogy, 1885. *L.* 415
— Columbit. — Cristallization of native Copper. *L.* 530
Datolith *L.* 340, 418
Davyn, Mte. Somma 160
Demantoid vom alten Ekbatana und Hamadan. *L.* 416
Des Cloizeaux A., Formes nouvelles de Topaze de Durango. — Descloizite. — Herdérite de Stoneham. — Phénacite de Colorado et de Framont. — Détermination des paramètres du gypse. — Minéral qui parait offrir une forme dimorphe du rutile. *L.* 415

Digitized by Google

Seite
Descloizite. *L.* 415
Desmin *L.* 191
Diabasporphyrit v. Petrosawodsk . 101
Diabasporphyrite am Nordabhange der Schweizer Alpen. *L.* 419
Diller J. S., Peridotit of Elliot Co., Kentucky. — Volcanic Erupt. in N. California and its peculiar Lava. — Geology of North California. *L.* 416
Diopsid v. Val d'Ala. *L.* 420
Diorit, Hereroland 200
Dioritschiefer 210
Döll, Mitwirk. d. Eisenkiese b. d. Höhlenbildg. im Kalkgebirge. *L.* 190
Dolerit, Mont-Dore, Anal. . . 479, 482
Domitischer Quarztrachyt 70
Durham J. und J. W. Judd, Volcanic Rocks of the North-east of Fife. *L.* 416

Egleston Th., The cause and prevention of the decay of building stone. *L.* 416
Eigel F., Ueb. einige trachytische Gesteine v. d. Insel San Pietro . 62
— Ueb. einige Eruptivgesteine d. pontinischen Inseln 73
Eisenalaun, Elasticitätscoëfficient. *L.* 414
Eisenglanz, künstl. *L.* 192
Eisenkiese bei der Höhlenbildung im Kalkgebirge. *L.* 190
Eisen-Lithionglimmer Cap Ann. *L.* 415
Eisenoolith, Uri. *L.* 419
Emmonsite. *L.* 191
Epidot, Hereroland 235
Epidot von Sulzbach, Anal. . 494—96
Erdbeben . . . . . 29, *L.* 191
Eruptionen 28
Eruptivgesteine d. pontinischen Inseln 73
— des Christiania Silurbecken. *L.* . 417
— im SW. Ostthüringens. *L.* . . . 418
Erzgänge. *L.* 418
Erzlagerstätte von Badenweiler. *L.* . 420
Euklas, österreichische Tauern. *L.* . 417

Fassait nach Gehlenit 408
Fayalite. *L.* 191
Feist F., Topas vom Ilmengebirge. *L.* 416
Feldspath, Anal. 443, 448, 451, 457, 458, 466, 467, 468, 473, 475, 480
Feldspathbasalt, Hereroland 201
Feldspathporphyrit 102
Felsitpechstein v. Meissen, Anal. . 490
Fibrolithgneiss 205
Fluocerit. *L.* 530
Fluorit v. d. Isola del Giglio und v. Carrara *L.* 415
Flussspath, opt. Anomal. *L.* 417

Seite
Forsterit v. Baccano. *L.* 192
Forsterit, Mte. Somma 119, 139
Forsterit. *L.* 340
v. Foullon, H. B., Porphyrite aus Tirol.—Calcit—Langit—Cronstedtit. *L.* 416
Friedl W., Zusammensetzung des Stauroliths. *L.* 416
Früh J., Geologie v. St. Gallen u. Thurgau (Kalktuffe). *L.* 190
Fuchs C. W. C., Die vulcanischen Ereignisse des Jahres 1885 . . . 28

Gabbro v. Rådmansö. *L.* 419
Gabbro, Dolerite, u. Basalte d. Tertiär in Schottland und Irland. *L.* . . 417
Gabbro, Hornblendegesteine, Baltimore. *L.* 420
Gehlenit, Pseudomorphosen n. —, 408, 412
Gehmacher A., Krystallform d. Pfitscher Zirkons. Goldsand mit Demantoid vom alten Ekbatana und Hamadan. *L.* 416
Gesteine des Aranyer Berges. *L.* . . 191
Gesteine v. Krakatau. *L.* 418
Gesteine des Massai-Landes. *L.* . . 192
Gesteine v. Ponza 74
Gesteine v. Schantung u. Liantung. *L.* 192
Gesteine v. Salvador. *L.* 417
Gesteine v. Santo Stefano 96
Gesteine v. Ventotene 83
Glaukophan . . . . . 97, *L.* 418
Glimmer aus den Gneissen. *L.* . . 420
Glimmer, Mte. Somma 132
Glimmerschiefer, Hereroland . . . 208
— Staurolithführend 209
Gneiss, Hereroland 203
—, Augit- 213
Gold, Krystallisation. *L.* 415
Goldschmidt V., Krystallogr. Projectionsbilder. *L.* 416
Granat vom Rothenkopf 402
Granat v. Ourt, Analyse 18
Granat, Mte. Somma 143
Granatamphibolit v. Tirol. *L.* . . . 415
Granit von Baveno, Mineralien. *L.* 419
Granit, Hereroland 194
Granitsphäroide v. Fonni *L.* 418
v. Groddeck, A., Zinnerzlagerstätten des M. Bischoff in Tasmanien . . 416
Grossularkrystalle von Monzoni . . 404
Grossular nach Gehlenit 412
Grubemann, Basalte d. Hegau's. *L.* 416
v. Gümbel, K. W., Geologie von Bayern. I. Th. Grundzüge der Geologie. 2. u. 3. Lief. Anzeige. *L.* 416

Digitized by Google

Seite

v. Gümbel, Geolog.-mineralog. Untersuchung des Meeres. Grundproben aus der Nordsee. *L.* 417

Hague A. and Iddings J. P., Volcanic Rocks, Salvador. *L.* . . . 417
Handwörterbuch der Miner. *L.* 191, 417
Hansel V., Basaltische Gesteine v. Weseritz u. Manetin. *L.* 191
Harmotom *L.* 191
Hatle, Mineralog. Miscell. — D. steirische Mineralog. *L.* 530
Haushofer K., Mikroskop.-chem. Reactionen. Tellur — Selen — Wismuth — Sulfate v. Baryum und Strontium — Bleisulfat u. Chlorblei. *L.* 191
Hauyn 361
Hauyn, Mte. Somma 163
Hecht B., Berechnung d. Hauptaxen b. endlichen homogenen Deformationen krystallinischer Körper. *L.* . 191
— Prismen zur Bestimmung von Brechungsindices durch Totalreflex. Bestimmung des Winkels d. opt. Axen an Platten, deren Normale nicht mit d. Halbirungslinie d. Winkels d. opt. Axen zusammenfällt. Ellipt. Polarisat. im Quarz. *L.* . . 417
Hemimorph. des Rothgiltigerzes. *L.* 192
Herderit, chem. Zusammensetz. *L.* . 418
Herderit v. Stoneham. *L.* 415
Herman D. and F. Rutley, On the Microscopic Charakters of some Specimen of Devitrified Glass, with Notes on certain analogous Structures in Rocks. *L.* 417
Hillebrand W. F., Emmonsite, a ferric. tellurite. *L.* 191
Hornblende, Mte. Somma 174
Hornblendegestein v. Ourt, analys. . 16
Hubbard L. L., Beiträge zur Kenntnis der Nosean-führenden Auswürflinge des Laacher Sees 356
Humboldtilith, Mte. Somma 149
Hamitminerale, Mte. Somma . . . 140
Hussak E., Optische Anomalien am Flussspath. *L.* 417
Huth E., Das periodische Gesetz der Atomgewichte u. d. natürliche System der Elemente. *L.* 417
Hyalosiderit. *L.* 340
Hypersthen. *L.* 419

Iddings J. P., Lithophysae and the lamination of acid lavas. *L.* . . 417

Seite

Iddings J. P., Fayalite in the lithophyses of obsidian and rhyolite, Yellowstone National-Park. — The columnar structure in the igneous rock on Orange Mountain *L.* . . 191
Iddings u. Whitman Cross, Allanite, an accessory constituent of many rocks. *L.* 191
Ilmenit 339
— v. Rocroi, Analyse 12
— Verwachs. mit Magnetit *L.* . . 415
Irving R. D., Archean formations of the Northwestern states *L.* . . . 191
— Origin of the Ferrugineous Schists and Iron Ores of the Lake Superior region. *L.* 417

Jadeit. *L.* 340
Jod in Phosphoriten. *L.* 419
Judd J. W., Marekanit. — Gabbros, Dolerites and Basalts of Tertiary Age, in Scotland and Ireland. *L.* 417

Kali-Nephelin. *N. M.* 159
Kaliophilit. *N. M.* 160
Kalk, körniger 234
Kalktuffe. *L.* 190
Karrer F., Monumentalbauten in Wien u. ihre Baumaterialien. *L.* . . . 191
Katzer Fr., Schieferige Einlagen in den Kalken der Barrande'schen Etage Gg. 1. *L.* 417
Kersanton v. Brest. *L.* 530
Klein C., Leucit. — Ursache opt. Anomalien in einigen besond. Fällen. *L.* 91
Klement, Analysen einiger Minerale u. Gesteine aus Belgien 1
Koch A., Detail-Aufnahmen im Gyaluer Hochgebirge und Vlegyásza-Gebirge. *L.* — Gesteine u. Mineralien des Aranyer Berges. *L.* . 191
Köchlin R., Neues Euklas-Vorkommen, österreichische Tauern. *L.* . 417
Konya, Analyse d. Alexanderquelle, Slanic. — Schwefelquelle, Jassy. *L.* 530
Kotô B., Glaukophane. *L.* 417
Krenner J. A., Tellurit von Facebaja. — Symplesit von Felsö-Bánya. *L.* 417
Künstl. Eisenglanz. *L.* 192
— Quarz. *L.* 530
— Silberkrystalle. *L.* 530
— Tridymit. *L.* 530
Kupfererze, Hereroland 236

Digitized by Google

Seite
Lang H. O., Eruptivgesteine des Christiania Silurbeckens *L.* . 417
Langemann L., Harmotom, Phillipsit u. Desmin. *L.* 191
Langit. *L.* 416
Laterit vom Congo, analys. 24
Lava, basaltische 84
— trachytische 96
— v. Vesuv, Anal. 485
Lehmann J., Mikroklin- u. Perthitstructur der Kalifeldspathe u. deren Abhängigkeit von äusseren, z. Th. mechanischen Einflüssen. — Contractionsrisse an Krystallen. *L.* . 191
Lehmann O., Mikrophysikal. Untersuchungen. *L.* 417
— Ueb. Krystallisat. v. Gemengen. *L.* 418
Lemberg J., Bildung u. Umbildung v. Silicaten. *L.* 191
Lepidolith v. Maine. *L.* 415
— Zwillingsbau u. regelmäss. Verwachsung. *L.* 419
Leucit. *L.* 153, 191
Leuchtenbergit v. Slatoust, Anal. . 497
Liebe K. Th. u. E. Zimmermann, Die jüngeren Eruptivgebilde im Südwesten Ostthüringens. *L.* 418
Liebisch Th., Totalreflection an doppeltbrechenden Krystallen. *L.* 191
Limburgit, Anal. 493
— v. Kaiserstuhl, Anal. . . . 479, 482
Linck G., Krystallograph. Untersuchungen (Borwolframsaures Cadmium). — Basalte des Elsass. — Minette, neues Vorkommen in Weiler b. Weissenburg. *L.* . . . 418
Liparit v. Apate, Anal. 418
— v. Schemnitz, Anal. 448, 449
Liparitpechstein, Anal. 491
— v. Hlinik, Anal. 454
Liparitperlit, sphärolithführ., v. Hlinik, Anal. 443, 446
Literatur 190, 340, 414, 530
Lithionglimmer. *L.* 415
Lithophysen. *L.* 415, 417
Liweh Th., Cölestin v. Lüneburg. *L.* 418
Lotti, Trachiti d. Tolfa. *L.* 415
Ludwig u. Tschermak, Meteorit v. Angra dos Reis 341

Magnetit, verwachsen m. Ilmenit. *L.* 415
— Zwillingsstreifung. *L.* 415
Mallard E., Théorie des macles *L.* . 191
— Sur les hypothèses diverses proposées pour expliquer les anomalies optiques des cristaux. *L.* 191

Seite
Manganapatit. *L.* 530
Manganotantalit. *N. M.* Ural. *L.* . . 340
Marekanit *L.* 417
Mejonit, Mte. Somma 148
Melaphyr v. Rowno 483
Melaphyre, Schweizer Alp. *L.* . . . 419
Melilith, Mte. Somma 149, 152
Mesobasalt, metallisches Eisen führend, von Rowno, Anal. 479, 483
Mesodacit von Krym, Anal. . . 448, 450
Metacinnabarite. *L.* 192
Meteorit von Angra dos Reis . . . 341
— Tysnes. *L.* 418
Mierisch, Die Auswurfsblöcke des Mte. Somma 113
Mikroklin-Structur der Kalifeldspathe. *L.* 191
Mikrolith 392, 393
Mikroskop.-chem. Reactionen. *L.* . 191
Mikrosommit, Mte. Somma 161
Mimetesit. *L.* 418
Minette v. Weiler b. Weissenburg. *L.* 418
Molybdänglanz. *L.* 418
Monazit. *L.* 418
— v. Schüttenhofen. *L.* 419
Mügge O., secundäre Zwillingsbildung am Eisenglanz — Gesteine des Massai-Landes. *L.* 192
Müller, Kalkstein u. Dolomit. *L.* . 530

Negri, Apofillite, Vicenza. *L.* . . . 530
Nephelin 395
— Kali-. *N. M.* 159
Nephrit. *L.* 340
Nephritoide. *L.* 419
Norite, Hudson River. *L.* 410
Nosean 361
Noseanit 384
Nosean-führende Auswürflinge, Laacher See 356
Notizen 190, 338, 414

Obsidian 69
Obsidian von Lipari, Anal. 491
Obsidian, brauner, v. Procida u. v. Vesuv, Anal. 475
Obsidian, Sphärolithführ. v. Lipari, Anal. 440
— — v. Teneriffa, Anal. . . . 440, 442
— — v. Quito, Anal. 443
Obsidianporphyr, schwarzer, Cantal, Anal. 475, 477
Oebbeke K., Vorkommen des Glaukophan. *L.* 418

Digitized by Google

Seite
Olivin, Laacher See 385
— Mte. Somma 139
Optische Anomalien. *L.* 191
Orthoklas, Laacher See 369
Orthoklasporphyr 450
Ottrelit v. Bastogne, Anal. 19

Paläopikrit. *L.* 530
Panebianco, Berillo e gemme di Lonedo. *L.* 530
Paragonit v. Greiner, chem. Zusammensetzung 406
Pechstein, Anal. 470, 491
Pechsteinporphyre v. Tirol. *L.* . . 415
Pegmatit, Hereroland 198
Penfield S. L., Crystallised Tiemannite and Metacinnabarite *L.* 192
— Crystall. Venadinite from Arizona and New-Mexico 192
— Phenacite from Colorado, chemical composition of Ralstonite, of Herderite and Beryll. Separation of Beryllium and Aluminium. — Pseudomorph. of Garnet, Lake Superior and Salida, Co. *L.* . . 418
Peridotite *L.* 415, 416
Perlit 67
Perthitstructur d. Kalifeldspathe. *L.* 191
Phenakit a. d. Schweiz. *L.* 419
— v. Colorado u. Framont. *L.* . 415, 418
Phillipsit. *L.* 191
Phonolith von Olbrück. *L.* 415
Phyllite v. Rocroi, Analysen 2
— Ilmenitführender 9
— Magnetitführender 3
— Ottrelitführender 8
Plagioklas, Anal. 480
— Laacher See 384
Pontinische Inseln, Eruptivgesteine 73
Porphyrite v. Tirol. *L.* . 415, 416, 419
Porphyritzug von Wilsdruff. *L* . . . 414
Porphyrit, Feldspath- 102
Posewitz Th., Die Zinninseln im Indischen Ocean. II. Das Zinnerzvorkommen und die Zinngewinnung in Bangka. *L.* 418
Přibram, Anal. d. Berylls v. Ilfinger . 190
Proterobas von Leogang. *L.* 415
Pseudomorphose von Grossular nach Gehlenit 412
— neue, von Fassait 408
— v. Granat, Lake Super. u. Salida *L.* 418
Ptilolite, *N. M.* — *L.* 415
Pyrit, Aetzversuche 239
Pyrite, anomale, Aetzversuche . . 289
— v. Giftberg, Aetzversuche . . . 304

Seite
Pyritę vom Harz, Aetzversuche . 306
v. Přibram, Aetzversuche . . . 294
Pyrrhit 391
Pyroxenserpentine. *L.* 415

Quarz, elliptische Polarisation. *L.* 417
— künstl. *L.* 530
Quarzandesit v. Quito, Anal. . . . 457
Quarzit, Hereroland 234
Quarzite grenatifère 18
— hornblendifère 17
Quarztrachyt 77
— vom Capo rosso 64
— Domitischer 70

Ralstonit, chem. Zusammens. *L.* . 418
vom Rath G., Sardinien. — Quarzkrystalle v. N.-Carolina. — Vulcan. Punkte i. d. Counties Napa und Lake (Calif.). — Neue Flächen am Quarz. — Andesin vom Berge Arcuentu, Insel Sardinien. *L.* . . 192
— Vorträge u. Mittheilungen (Vanadinit — Mimetesit — Pseudomorphosen — Calcedonit — Molybdänglanz — Beryll — Monazit — Xenotim — Spodumen — Bunte Turmaline — Granitsphäroide v. Fonni — Silbererze v. Huanchaco — Gesteine v. Krakatau — Yellowston Nat.-Park — Granatführ. Sanidingestein. v. Niedermendig — Tridymit). *L.* 418
— künstl. Silberkryst. *L.* 530
— u. Bauer, Cristobalit. *N. M.* — *L.* 530
Refractometer. *L.* 190
O'Reilly J. P., Erdbebenkatalog. *L.* 192
Reusch H., Tysnesmeteorit und drei andere in Skandinavien niedergefallene Meteorsteine. *L.* 418
Rhyolithe 74, 76
Rhyolit, rother, v. Spalmatore . . . 66
Riechelmann R., Datolith von der Seisser Alpe *L.* 418
Riedl, Littai, Montan-geogn. Skizze. *L.* 418
Roemer, Granat, Breslau. *L.* . . . 530
Rosenbusch H., Mikroskop. Physiographie der massigen Gesteine. *L.* 418
Rothgiltigerz, hemimorph. *L.* . . . 192
Rutley Fr., Alteration induced by Heat in certain Vitreous Rocks. — Igneous Rocks of the Warwickshire Coalfield. *L.* 418

Sandberger F., Untersuchungen an den Erzgängen von Přibram. *L.* . 418

Digitized by Google

Seite

Sandberger F., Weite Verbreitung des Jods in Phosphoriten, des Lithions in Psilomelanen und Schalenblenden, Zinnstein und Anatas in Blenden, Zinnsulfür in solchen u. in Fahlerzen. Krystallisirter Kaolin, Leuco-Granat und Asbeferrit v. Joachimsthal, Pyromorphit, sogenannter Bleigummi und Quarz (4 *R.*) v. Nievern in Nassau. — Silbergeh. des Glimmers aus dem Gneisse von Schapbach und des Augits aus dem Diabase v. Andreasbg. am Harze. *L.* 419
Sandstein, rother, in Nordosttirol. *L.* 415
Sanidin, Laacher See 369
— Mte. Somma 176
Sanidingestein m. Granat. *L.* . . . 418
Sarkolith, Mte. Somma 152
Scacchi A., Framento di antico roccia vulcanica inviluppato nella lava Vesuviana del 1872 — Eruzioni polverese e filamentose dei vulcani. — I composti fluorici dei Vulcani del Lazio. *L.* . . . 419
Scharizer R., Zwillingsbau d. Lepidolithes u. d regelmässige Verwachsung verschied. Glimmerarten v. Schüttenhofen. — Monacit von Schüttenhofen. *L.* 419
Schmidt A., Geologie d. Münsterthales im badischen Schwarzwald. I. Das Grundgebirge. *L.* 192
— Hypersthen vom Berge Pokhausz. — Grasgrüner Augit von Kremnitz. — Arsenkies, Turmalin. Calcit v. d. Zips etc. — Arsenopyrit v. Klenócz. — Smithsonit u. Arsenopyrit v. Csetnek. *L.* 419
Schmidt C., Skolezit. — Albit a. d. Sericitgestein v. Eppenhain (Taunus). — Mineralien des Eisenoolithes a. d. Windgällen, Uri. — Diabasporphyrite und Melaphyre vom Nordabhange d. Schweizer Alpen. *L.* 419
Schneider, Bernstein. *L.* 530
Schoetensack O., Nephritoide des miner. u. ethnogr.-prähist. Mus. d. Univ. Freiburg i. B. *L.* 419
Schrauf A., Thermische Constanten d. Schwefels. *L.* 419
Schuster M., Hemimorphismus des Rothgiltigerzes. *L.* 192
Schwefel, thermische, Constanten. *L.* 419
Schwerspath, Zwillingsbildg. *L.* . . 340

Seite

Schwerdt R., Gesteine d. chinesischen Provinz. Schantung u. Liantung. *L.* 192
Selen. *L.* 191
Seligmann G., Phenakit, Schweiz. *L.* 419
Semeru, Eruption 29
v. Siemiradzki J., Anorthitgesteine v. S. Thomas (Antillen). *L.* . . . 419
Silbererze v. Huanchaco. *L.* . . . 418
Silbererz, ein neues, Argyrodit. *L.* . 192
Silbergehalt d. Glimmers a. Gneiss. *L.* 419
Silbergehalt d. Augits aus Diabas. *L.* 419
Silberkrystalle, künstl. *L.* 530
Silicate, Bildg. u. Umbildg. *L.* . . 191
Silicostannat m. Kalk, analog Sphen. 340
Skapolith 215, 229
Skapolith-Augitgneiss von Husab . . 224
Skapolithführende Augitgneisse . . 213
Skolezit. *L.* 419
Smith Walter B., Crystal Beds of Topaz Butte. *L.* 419
Smithsonit. *L.* 419
Sodalith, Mte. Somma 163
Specia G., Sull' influenza della pressione nella formazione dell' anidrite. *L.* 419
Speiskobalt, Structur u. d. mikroskop. Beschaffenheit. *L.* 340
Sphärolithe, Anal. 440, 443
Sphärolithfels von Ecuador. Anal. 443, 445
— v. Hlinik, Anal. 443, 445
Spinell, rother, v. Laacher See . . 392
— Mte. Somma 182
Spodumen. *L.* 418
Staurolith, Zusammensetzung. *L.* . 416
Staurolithglimmerschiefer v. Tirol. *L.* 415
Stelzner A. u. A. Schertel. Zinngehalt u. chem. Zusammensetzg. d. schwarzen Zinkblende v. Freiberg. *L.* . 192
Stephanit. *L.* 192
Streng A., Mineralien d. Granites v. Baveno. *L.* 419
Stromboli, Eruption 29
Strontiumsulfat. *L.* 191
Struever G., Forsterite di Baccano. *L.* 192
Svedmark, Gabbron på Rådmansö. *L.* 419
Symplesit von Felsö-Bánya. *L.* . . 417

Tachylit v. Bobenhausen. Anal. 492, 493
Teller F., Silurische Ablagerungen der Ost-Karawanken. *L.* 419
— Zinnoberführender Horizont i. d. Silurablagerungen der Karawanken. — Porphyrit. Eruptivgest. aus d. Tiroler Centralalpen. *L.* . 420
Tellur. *L.* 191

Digitized by Google

Seite
Tellurit. *L.* 190
— v. Facebaja. *L.* 417
Tiemannite. *L* 192
Titanate des Baryums u. Strontiums, krystallis. *L.* 340
Titanit, Laacher See 386
— Mte. Somma 181
Topas in Lithophysen d. Rhyolithes *L.* 415
Topas vom Ilmengebirge. *L.* . . . 416
Topas v. Durango, Mexico. *L.* . . 415
Topas v. San Louis Potosi u. Durango, Mexico. *L.* 415
Topas v. Stoneham, Maine. *L.* . . 190
Toula F., Mineralog. u. petrogr. Tabellen. *L.* Besprechung. . . . 420
Trachyt v. Mte. Amiata, Anal. 458, 492
Trachyt v. Krater (S. Stefano) . . 98
Trachyte v. Tolfa. *L.* 415
Trachyt (Quarz-) 64
— La Guardia-Trachyt 78
— La Guardia-Trachyt, Anal. . . 82
Trachytgesteine v. d. Insel S. Pietro 62
Trachytische Lava 96
Tridymit. *L.* 418, 530
Tschermak u. Ludwig, Meteorit v. Angra dos Reis 341
Tuff, brauner 86
— gelber 89
Tungurangua, Eruption 29
Türkise v. New-Mexico. *L.* 415
Turmalin. *L.* 419
Turmalingranit v. Tirol. *L.* 415

Valle G., La Diopside di Val d'Ala. *L.* 420
Vanadinit *L.* 4 8
Vanadinite v. Arizona u. New-Mex. *L.* 418
VaterH., Anhydrit v. Stassfurt; künstl. Eisenglanz. — Der Apparat v. Marburg und Koch z. Bestimmung der Elasticitätscoëfficienten. *L.* . . . 192
Vesuv, Eruption 28
— Mte. Somma 137
Vesuvian 83
Vitroandesit v. Bohunitz, Anal. . . 466
— v. d. Krym, Anal. 473
— Merapi 466
Vitrobasalt v. Schwarzenfels, Anal. 479
Vitrophyrit v. Recoaro, Anal. . . . 467
Vogdt C. v., Diabasporphyrit aus d. Umgegend d. Stadt Petrosawodsk, Olonetzer Gouvernement 101
Voigt W., Bestimmung d. Elasticitätsconstant. v. Beryll u. Bergkryst. *L.* 192

Seite
Vrba K., Stephanit. — Cronstedtit v. Kuttenberg. *L.* 192
Vulcanische Ereignisse d. J. 1885 . 28
Vulcanische Strandmarken. *L.* . . 192

Walther J., Bau der Flexuren an den Grenzen der Continente. *L.* . . . 420
— Vulcanische Strandmarken. *L.* . 192
— u. Schirlitz P., Geologie des Golfes v. Neapel. *L.* 420
Websky M., Caracolit u. Percylit. *L.* 420
Weisbull, Fluocerit. — Manganapatit. *L.* 530
Weissbach A., Argyrodit, ein neues Silbererz. *L.* 192
Weiss Ch. E., Gerölle in u. auf der Kohle von Steinkohlenflötzen, bes. in Oberschlesien, *L.* 192
Wichmann H., Brookit a. d. Fusch 338
Williams G. H., Gabbros and assoc. Hornblende Rocks, Baltimore. — Norites of the „Cortland Series", Hudson River. *L.* 420
Wismuth. *L.* 191
Wollastonit 227
— Mte. Somma 173
Wollastonit-Augitgneiss, Hereroland 227
Wollastonit-Diopsidgestein 230
Wollastonitführender Augitgneiss . 227
Wollemann A., Erzlagerstätte v. Badenweiler und ihre Nebengesteine. *L.* 420
Wulf H., Beitr. z. Petrographie d. Hererolandes in Südwest-Afrika . 193
Wülfing E. A., Zwei Glimmer aus den Gneissen d. Rheinwaldhoramassivs, Graubündten. *L.* 420

Xenotim. *L.* 418

Zinkblende, schwarze, v. Freiberg. *L.* 192
Zinnerzlagerstätten d. Mount Bischof, Tasmanien. *L.* 416
Zinninseln im indischen Ocean. *L.* . 418
Zinnoberführ. Silurablagerung, Karawanken. *L.* 419
Zirkon, Pfitsch, Krystallform. *L.* . 416
Zirkon, Laacher See 387
Zwillingsbildung, secundäre, am Eisenglanz. *L.* 192
— secundäre, Flächenverschiebg. *L.* 340
Zwillingsgesetz, neues, im regulären System. *L.* 340
Zwillingstheorie. *L.* 191

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

NOV 8 1938

Digitized by Google

Digitized by Google